

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202090280** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2020.06.19

(51) Int. Cl. *B01F 5/04* (2006.01)
B01F 3/04 (2006.01)
B03D 1/24 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2018.07.13

(54) **УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ПУЛЬПЫ В РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО**

(31) 2017902767

(72) Изобретатель:

(32) 2017.07.17

Гэлвин Кевин Патрик, Дикинсон
Джеймс Эдвард, Оруполд Таави,
Гардинер Майкл Джеймс (AU)

(33) AU

(86) PCT/AU2018/050725

(87) WO 2019/014700 2019.01.24

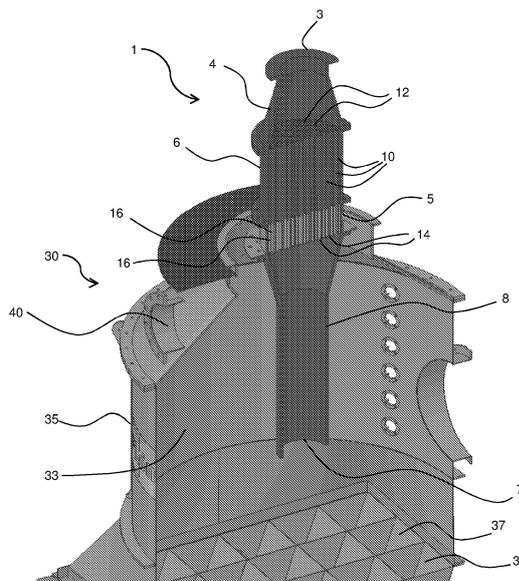
(71) Заявитель:

(74) Представитель:

ТУНРА ЛТД. (AU)

Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатъев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В. (RU)

(57) В изобретении предложены устройство (1) и способ подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы. Устройство (1) содержит трубопровод (4, 6, 8), имеющий впускное отверстие (3) для пульпы, впускное отверстие (5) для газа, полые трубки (10) и выпускное отверстие (7). Полые трубки (10) выполнены так, чтобы объединять питательную пульпу из впускного отверстия (3) для пульпы и газ из впускного отверстия (5) для газа. Полые трубки (10) содержат пористую часть (16) для создания пузырьков практически одинакового размера в пульпе, чтобы они прилипали к частицам низкой плотности. Пульпа протекает в выровненных по оси полых трубках, когда газ вводится через пористые части в пульпу. В качестве альтернативы пульпа течет вокруг полых трубок, расположенных перпендикулярно продольной оси трубопровода, когда газ выходит через пористые части в пульпу.



A1

202090280

202090280

A1

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ПУЛЬПЫ В РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Настоящее изобретение относится к способу и устройству для подачи питательной пульпы в разделительное устройство, а также к способу и устройству для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы. Изобретение было разработано, в частности, хотя и не только, как интенсифицированный процесс пенной флотации применительно к мелкому углю или мелким минералам, используемым для концентрирования гидрофобных частиц.

[0002] Во всем этом описании термин «частицы низкой плотности» используется для обозначения частиц, которые могут быть твердыми, жидкими или газообразными и во всех случаях менее плотными, чем окружающая жидкость, которая, например, может представлять собой воду. Более конкретные примеры частиц низкой плотности могут включать капли масла или даже пузырьки газа. В данном описании термин «газ» используется для обозначения раствора, который может быть газообразным, жидким или твердым. Более конкретные примеры раствора могут включать воду, воздух или даже эмульсии.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] Последующее обсуждение предшествующего уровня техники предназначено для представления изобретения в соответствующем техническом контексте и обеспечения правильной оценки его преимуществ. Однако если явно не указано иное, ссылка на какой-либо предшествующий уровень техники в этом описании не должна рассматриваться как явное или подразумеваемое признание того, что такой уровень техники широко известен или является частью общих знаний в данной области.

[0004] В прошлом предлагалось отделять частицы с низкой плотностью от питательной пульпы путем введения питательной пульпы над набором параллельных наклонных каналов, причем подавляющее количество пульпы транспортируется вниз через наклонные каналы. Частицы с низкой плотностью затем выходят из потока, поднимаясь к обращенным вниз наклонным поверхностям каналов, собираясь в виде

перевернутого осадка и затем скользя вверх по наклонным каналам. Таким образом, частицы с низкой плотностью концентрируются на верхней половине устройства и, в свою очередь, направляются в верхний продукт, обычно посредством переливного желоба. Промывочная вода может быть добавлена в верхней части и может протекать вниз, чтобы удалить возможные загрязнения. Наклонные каналы обычно образованы расположением наклонных параллельных пластин. Этот классификатор с наклонной пластиной часто называют «противоточным классификатором». Способ и устройство, относящиеся к противоточному классификатору, описаны в международной заявке на патент № PCT/AU2007/001817, описание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки, и со ссылкой на Фиг.5 настоящего описания.

[0005] В одной конфигурации частицы с низкой плотностью выходят из нисходящего потока пульпы с помощью восходящего псевдооживленного потока из-под каналов. Эта конфигурация описана в международной патентной заявке AU2007/001817. В другой конфигурации частицы с низкой плотностью выходят из нисходящего потока пульпы навстречу нисходящему псевдооживленному потоку над каналами. В этой конфигурации противоточный классификатор полностью инвертирован и в одном варианте выполнения обеспечивает верхнюю камеру псевдооживления на верхнем конце устройства. Следовательно, эта альтернативная конфигурация, называемая «обратным противоточным классификатором», описана в международной заявке на патент № PCT/AU2011/000682, описание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Настоящее изобретение было разработано для дальнейшего усовершенствования или обеспечения альтернативы устройству и способам питания противоточного классификатора или обратного противоточного классификатора и их соответствующих режимов работы.

[0007] Соответственно, в первом аспекте настоящего изобретения предлагается устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, причем устройство содержит:

- трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы; и

- полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа

из первого впускного отверстия и впускного отверстия для подачи газа;

- при этом одна или несколько из указанных полых трубок содержит пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0008] Предпочтительно, пористая часть содержит пористую поверхность.

[0009] Предпочтительно, пористая часть или поверхность выполнена в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок. В альтернативных конфигурациях пористая часть или поверхность выполнена в средней части или в верхней части указанной одной или нескольких полых трубок, или же пористая часть или поверхность полностью формирует указанную одну или несколько полых трубок. В еще одном альтернативном варианте выполнения пористая часть или поверхность выполнена на одной или нескольких частях указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения газ подается из впускного отверстия для подачи газа в полые трубки через пористую поверхность.

[0010] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок содержит распределительную часть, формирующую пористую часть или поверхность. В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок содержит открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0011] Предпочтительно, пористая часть выполнена в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Также предпочтительно, чтобы пористая часть находилась в проточном сообщении с впускным отверстием для подачи газа, чтобы принимать газ из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок.

[0012] Предпочтительно, пористая часть содержит поры или перфорации, имеющие средний диаметр менее 1 мм. Более предпочтительно, средний диаметр пор составляет менее 0,1 мм. В некоторых вариантах выполнения средний диаметр пор может составлять 0,1 микрона, 0,2 микрона, 2 микрона, 10 микрон или 100 микрон. В других вариантах выполнения средний диаметр пор может иметь значение в диапазоне между вышеуказанными размерами.

[0013] Предпочтительно, пористая часть имеет пористость от 1 до 90%, предпочтительно от 10 до 80%. Специалистам в данной области техники будет понятно, что термин «пористость» относится к фракции стенки, содержащей соединенные отверстия внутри пористой части. Также следует понимать, что проницаемость связана с перепадом давления, необходимым для создания заданного потока, на который, в свою

очередь, влияют размер пор, извилистость пор через материал (длина пути) и пористость.

[0014] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок расположена в осевом направлении внутри трубопровода. В качестве альтернативы, указанная одна или несколько полых трубок расположена по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода.

[0015] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько первых отверстий для приема питательной пульпы из впускного отверстия для подачи пульпы. Более предпочтительно, каждое из указанных первых отверстий содержит первый открытый конец полых трубок.

[0016] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько вторых отверстий для приема газа из впускного отверстия для подачи газа. В некоторых вариантах выполнения вторые отверстия выполнены в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Наиболее предпочтительно, вторые отверстия содержат пористую часть. Таким образом, пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок находится в проточном сообщении с впускным отверстием для подачи газа, чтобы получать газ из впускного отверстия для подачи газа и создавать пузырьки по существу одинакового размера в пульпе, протекающей в указанной одной или нескольких полых трубках. В других вариантах выполнения каждое из вторых отверстий содержит открытый конец полых трубок. В этом случае каждая из указанных одной или нескольких полых трубок имеет открытый конец, проточно сообщающийся с впускным отверстием для подачи газа.

[0017] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько третьих отверстий для выпуска питательной пульпы и газа в трубопровод. Более предпочтительно, каждое третье отверстие содержит второй открытый конец полых трубок. В одном варианте выполнения второй открытый конец противоположен первому открытому концу.

[0018] В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько четвертых отверстий для выпуска газа в питательную пульпу внутри трубопровода. Предпочтительно, четвертые отверстия выполнены в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Наиболее предпочтительно, вторые отверстия содержат пористую часть. Таким образом, пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок выпускает газ из указанной одной или нескольких полых трубок в форме пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

[0019] Предпочтительно, каждая из указанной одной или нескольких полых трубок содержит внутренний трубопровод, трубку или трубу. Более предпочтительно, имеется несколько внутренних трубопроводов, трубок или труб. Кроме того, предпочтительно, чтобы один или несколько внутренних трубопроводов, трубок или труб также имел пористую часть для создания в питательной пульпе пузырьков по существу одинакового размера. Следовательно, пузырьки по существу одинакового размера способны прилипать к частицам низкой плотности в пульпе. В некоторых вариантах выполнения пористая часть выполнена в боковой стенке указанного одного или нескольких внутренних трубопроводов, трубок или труб. В других вариантах выполнения внутренние трубопроводы, трубки или трубы содержат открытый конец для приема газа из впускного отверстия для подачи газа. В других вариантах выполнения пористые части внутренних трубопроводов, трубок или труб содержат конструкции, похожие на распределители.

[0020] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок являются симметричными. В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок содержат расширенную часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном предпочтительном варианте выполнения расширенная часть содержит открытый конец увеличенного размера указанной одной или нескольких полых трубок. В еще одном альтернативном варианте выполнения указанная одна или несколько полых трубок содержат суженную часть, площадь поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном предпочтительном варианте выполнения суженная часть содержит суженный открытый конец указанной одной или нескольких полых трубок.

[0021] Предпочтительно, трубопровод может иметь первую часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения второй части трубопровода. В качестве альтернативы, трубопровод может иметь первую часть, площадью поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения второй части трубопровода.

[0022] Во втором аспекте настоящего изобретения предлагается устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащее:

- камеру с наклонными каналами;
- пульповый питатель, выполненный с возможностью подачи питательной пульпы в питающее устройство, выполненное в соответствии с первым аспектом изобретения; и

- устройство для подачи газа, выполненное с возможностью подачи газа в питающее устройство;

- при этом выпускное отверстие питающего устройства выполнено с возможностью подачи газа и пульпы в камеру.

[0023] Предпочтительно, указанные наклонные каналы расположены в направлении нижнего конца камеры или на нижнем конце камеры. В альтернативных конфигурациях указанные наклонные каналы расположены в других местах камеры, включая верхний конец или среднюю часть.

[0024] Предпочтительно, указанные наклонные каналы образованы набором наклонных поверхностей. Более предпочтительно, набор наклонных поверхностей содержит ряд параллельных наклонных пластин.

[0025] Предпочтительно, газ и пульпа образуют нисходящий псевдооживленный поток, проходящий в направлении наклонных каналов. Более предпочтительно, верхний конец камеры по существу закрыт, чтобы облегчить формирование нисходящего псевдооживленного потока.

[0026] Предпочтительно, газ и пульпа образуют перевернутый псевдооживленный слой в камере над наклонными каналами.

[0027] Предпочтительно, газ и пульпа выходят из выпускного отверстия питающего устройства в камеру над наклонными каналами. Более предпочтительно, газ и пульпа выходят из питающего устройства в верхний конец камеры. В других вариантах выполнения газ и пульпа могут выходить в другие части камеры, включая среднюю часть или даже нижний конец камеры.

[0028] Предпочтительно, устройство содержит по меньшей мере один выпускной канал для удаления частиц низкой плотности из камеры. В одном варианте выполнения указанное по меньшей мере одно выпускное отверстие содержит верхнее управляющее устройство, выполненное с возможностью удаления концентрированных взвесей частиц низкой плотности из верхнего конца камеры с контролируемой скоростью.

[0029] Предпочтительно, указанный по существу закрытый верхний конец камеры выполнен так, чтобы направлять концентрированные взвеси частиц низкой плотности к указанному по меньшей мере одному выпускному отверстию. Более предпочтительно, верхний конец камеры имеет форму конуса с указанным по меньшей мере одним выпускным отверстием, содержащим клапан, расположенный на вершине конуса.

[0030] Предпочтительно, верхний конец камеры перфорирован, а устройство подачи промывочной воды выполнено с возможностью подачи промывочной воды под

давлением через перфорации в камеру.

[0031] Предпочтительно, устройство содержит по меньшей мере одно выпускное отверстие для удаления более плотных частиц из камеры. В одном варианте выполнения указанное по меньшей мере одно выпускное отверстие содержит нижнее управляющее устройство, выполненное с возможностью обеспечения удаления более плотных частиц из нижнего конца камеры ниже наклонных каналов с контролируемой скоростью. Более предпочтительно, нижнее управляющее устройство содержит клапан или насос.

[0032] Предпочтительно, как верхнее, так и нижнее управляющее устройство при работе выполнено с возможностью измерять глубину частиц низкой плотности в верхнем конце камеры и открывать или закрывать клапаны и/или приводить в действие насос для поддержания глубины частиц низкой плотности в пределах заранее заданного диапазона.

[0033] В третьем аспекте настоящего изобретения предлагается способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

- введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе;
- введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопроводе;
- смешивание питательной пульпы и газа с использованием полых трубок так, что питательную пульпу и газ выпускают из выпускного отверстия трубопровода в разделительное устройство; и
- формирование одной или нескольких полых трубок с пористой частью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0034] Предпочтительно, способ дополнительно включает выполнение пористой части с пористой поверхностью. Более предпочтительно, способ включает формирование пористой поверхности в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок. В других вариантах выполнения пористая поверхность может быть сформирована в средней или верхней части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через пористую поверхность.

[0035] Предпочтительно, способ дополнительно включает расположение в осевом направлении указанной одной или нескольких полых трубок внутри трубопровода. В качестве альтернативы, способ дополнительно включает расположение указанной одной или нескольких полых трубок по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода.

[0036] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение питательной пульпы из впускного отверстия для пульпы в указанные полые трубки через одно или несколько первых отверстий. Более предпочтительно, способ дополнительно включает введение питательной пульпы из впускного отверстия для пульпы в указанные полые трубки через первый открытый конец указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения способ включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок через пористую часть или поверхность для создания пузырьков по существу одинакового размера в пульпе, протекающей вдоль указанной одной или нескольких полых трубок.

[0037] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через одно или несколько вторых отверстий указанной одной или нескольких полых трубок. Более предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через боковую стенку указанной одной или нескольких полых трубок. В других вариантах выполнения способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через один или несколько открытых концов указанной одной или нескольких полых трубок. В некоторых вариантах выполнения способ включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок и выпуск газа через пористую часть или поверхность в форме пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

[0038] Предпочтительно, способ также включает выпуск питательной пульпы и газа из одного или нескольких третьих отверстий указанной одной или нескольких полых трубок. Более предпочтительно, способ дополнительно включает выпуск питательной пульпы и газа из второго открытого конца указанной одной или нескольких полых трубок.

[0039] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в трубопровод с использованием указанных полых трубок. В некоторых вариантах выполнения способ дополнительно включает выпуск газа в питательную пульпу через боковую стенку указанной одной или нескольких полых трубок.

[0040] В четвертом аспекте настоящего изобретения предлагается способ отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

- введение питательной пульпы и газа в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, в соответствии со способом третьего аспекта

изобретения, причем разделительное устройство содержит камеру с наклонными каналами;

- обеспечение пульпе возможности протекать вниз через наклонные каналы, так что частицы низкой плотности выходят из потока, скользя вверх по наклонным каналам, тогда как более плотные частицы в пульпе скользят вниз по каналам; и

- удаление частиц низкой плотности из камеры.

[0041] Предпочтительно, способ также включает обеспечение возможности частицам с низкой плотностью перемещаться вверх с контролируемой скоростью через один или несколько ограниченных проходов между наружными стенками питающего устройства и стенками камеры в переливной желоб.

[0042] Предпочтительно, способ также включает удаление более плотных частиц из нижнего конца камеры.

[0043] Предпочтительно, способ также включает формирование перевернутого псевдооживленного слоя в камере над указанными наклонными каналами.

[0044] Предпочтительно, вышеупомянутые способы также включают по существу закрытие верхнего конца камеры для облегчения формирования нисходящего псевдооживленного потока.

[0045] Предпочтительно, способ также включает расположение указанных наклонных каналов в направлении нижнего конца камеры или на нижнем конце камеры. В некоторых вариантах выполнения способ также включает расположение множества наклонных каналов в направлении средней части или верхнего конца камеры или в средней части или на верхнем конце камеры.

[0046] Кроме того, предпочтительно, вышеуказанные способы также включают выполнение наклонных поверхностей для формирования наклонных каналов. Более предпочтительно, указанные наклонные поверхности формируют посредством ряда параллельных наклонных пластин.

[0047] Предпочтительно, способ также включает обеспечение частицам с низкой плотностью возможности формировать концентрированную пульпу на верхнем конце камеры.

[0048] Предпочтительно, способ также включает удаление частиц низкой плотности с контролируемой скоростью из верхнего конца камеры.

[0049] Предпочтительно, способ также включает введение промывочной воды под давлением в верхний конец камеры. Более предпочтительно, способ также включает равномерное введение промывочной воды через закрытый верхний конец камеры.

[0050] В некоторых вариантах выполнения частицы с низкой плотностью направляют к точке выхода в верхнем конце камеры, где их удаляют с регулируемой скоростью с помощью верхнего управляющего устройства, предпочтительно, клапана.

[0051] В некоторых вариантах выполнения более плотные частицы удаляют из нижнего конца камеры с регулируемой скоростью с помощью нижнего управляющего устройства, предпочтительно, клапана или насоса.

[0052] Предпочтительно, работой верхнего и нижнего управляющих устройств управляют путем измерения плотности пульпы в верхней части камеры, а также управляют работой верхнего и нижнего управляющих устройств для поддержания глубины частиц низкой плотности в заданном диапазоне в верхнем конце камеры. В качестве альтернативы, работой верхнего и нижнего управляющих устройств управляют путем измерения плотности пульпы в нижней части камеры.

[0053] Если из контекста явным образом не следует иного, во всем описании и в формуле изобретения слова «содержат», «содержащие» и тому подобные должны толковаться в инклюзивном смысле, а не в эксклюзивном или исчерпывающем смысле, то есть в смысле «включая, но не ограничиваясь этим».

[0054] Кроме того, как используется в настоящем документе и если не указано иное, использование порядковых прилагательных «первый», «второй», «третий» и т.д. для описания одинакового объекта просто указывает на то, что дается ссылка на различные случаи подобных объектов, при этом такое использование не предназначено означать, что объекты, описанные таким образом, должны быть расположены в заданной последовательности, либо во времени, в пространстве, по порядку, либо любым другим образом.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

[0055] Предпочтительные варианты выполнения изобретения теперь будут описаны исключительно в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

[0056] Фиг.1 изображает вид в аксонометрии устройства, выполненного в соответствии с одним вариантом выполнения изобретения;

[0057] Фиг.2 изображает вид в частичном разрезе устройства, показанного на Фиг.1;

[0058] Фиг.3 изображает вид снизу устройства, показанного на Фиг.1; и

[0059] Фиг.4 изображает вид в частичном разрезе устройства, показанного на

Фиг.1, установленного или прикрепленного к разделительному устройству.

[0060] Фиг.5 изображает виды сверху других вариантов выполнения изобретения;

[0061] Фиг.6 изображает вид с торца других вариантов выполнения полых трубок, используемых в вариантах выполнения изобретения;

[0062] Фиг.7 изображает вид сверху еще одного варианта выполнения изобретения;

[0063] Фиг.8 изображает вид сбоку варианта выполнения, показанного на Фиг.7;

[0064] Фиг.9 изображает вид сверху еще одного варианта выполнения изобретения;

и

[0065] Фиг.10 изображает вид сбоку варианта выполнения, показанного на Фиг.9.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0066] Теперь настоящее изобретение будет описано со ссылкой на следующие примеры, которые следует рассматривать во всех отношениях как иллюстративные и неограничивающие. На чертежах соответствующие признаки в одном и том же варианте выполнения или общие для разных вариантов выполнения обозначены одинаковыми номерами позиций.

[0067] Предпочтительные формы изобретения, описанные ниже, относятся к способу и устройству, используемому для пенной флотации, которые обычно применяются к мелким частицам угля и минерального вещества и используются для концентрирования гидрофобных частиц угля или минералов.

[0068] Эти гидрофобные частицы выборочно прилипают к поверхности пузырьков воздуха, оставляя гидрофильные частицы в пульпе между пузырьками. Таким образом, как только гидрофобные частицы присоединяются к пузырькам воздуха, образуется новая гибридная частица, суммарная плотность которой намного меньше, чем плотность воды. В этом случае присоединенная гидрофобная частица имеет направленную вверх скорость сегрегации, которая является очень высокой по сравнению с нисходящей приведенной скоростью пульпы из более плотных частиц.

[0069] В большинстве ситуаций флотации для ускорения флотации необходимо добавлять определенные реагенты. Для повышения гидрофобности гидрофобных частиц угля может быть добавлен коллектор. В частности, для стабилизации пузырьков и, следовательно, пены, образующейся, когда пузырьки стремятся покинуть объем жидкости, добавляют поверхностно-активное вещество (иногда называемое «пенообразователем»). Поверхностно-активное вещество адсорбируется на поверхности пузырька, помогая предотвратить слипание пузырьков и, следовательно, сохранить

«частицы низкой плотности». Это особенно важно, когда пузырьки проталкиваются через верхний клапан.

[0070] В описанном варианте выполнения, показанном на Фиг.1-4, предложено более эффективное и удобное устройство для подачи питательной пульпы и газа в разделительное устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащей частицы низкой плотности и более плотные частицы и/или среду. В частности, описанный вариант выполнения был разработан для подачи питательной пульпы и газа в противоточный классификатор или в обратный противоточный классификатор, как описано в международных патентных заявках, соответственно, AU2007/001817 и AU2011/000682.

[0071] Как показано на Фиг.1, питающее устройство 1, в соответствии с вариантом выполнения изобретения, содержит трубопровод или камеру 2, имеющую впускное отверстие 3 для пульпы, расположенное в верхней части 4 устройства 1, впускное отверстие 5 для газа, расположенное в средней части 6 устройства, и выпускное отверстие 7, расположенное на одном конце нижней части 8 устройства.

[0072] Трубопровод 2 также содержит полые трубки 10, показанные на Фиг.2, с открытыми входными концами 12 для приема питательной пульпы из впускного отверстия 3 для пульпы и с открытыми выходными концами 14 для выпуска пульпы и газа из трубопровода. Полые трубки 10 также содержат пористую часть 16, обеспечивающую газу возможность поступать из впускного отверстия 5 для подачи газа в полые трубки и создавать пузырьки по существу одинакового размера, которые протекают вместе с поступающим потоком пульпы из входных концов 12. Также имеются монтажные отверстия 18 для установки питающего устройства 1 на разделительное устройство 30 для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы (как лучше всего показано на Фиг.3 и 4), таких как противоточный классификатор или обратный противоточный классификатор.

[0073] Верхняя часть 4 трубопровода имеет форму усеченного конуса для содействия распределению питательной пульпы во входные концы 12 полых трубок 10. Аналогичным образом, нижняя часть 8 трубопровода имеет часть 31 формы усеченного конуса для направления и концентрирования газа и пульпы в цилиндрическую часть 32 перед выпуском через выпускное отверстие 7. Цилиндрическая часть 32 эффективно работает как труба с нисходящим потоком, доставляя пузырьковый поток в камеру разделительного устройства 30.

[0074] Питательная пульпа вводится через впускное отверстие 3 для пульпы,

проходит через входной конец 12 каждой полой трубки 10 и протекает вниз по длине полых трубок в вертикальных каналах, образованных стенками полых трубок. Газ (обычно в виде воздуха) вводится через впускное отверстие 5 для подачи газа и проходит через пористую часть 16 каждой полой трубки 10, создавая пузырьки практически одинакового размера, которые протекают вместе с питательной пульпой и прилипают в питательной пульпе к гидрофобным частицам низкой плотности. Обычно газ подается через впускное отверстие 5 для подачи газа контролируемым образом так, что мелкие пузырьки, предпочтительно порядка 0,3 мм в диаметре, выходят из пористых частей 16 каждой полой трубки 10 и взаимодействуют с гидрофобными частицами (которые имеют тенденцию быть частицами низкой плотности) в питательной пульпе, проходящей по длине полых трубок. Гидрофобные частицы, прикрепленные к пузырькам воздуха, увлекаются вниз через вертикальные каналы и затем выпускаются из выходных концов 14 полых трубок 10.

[0075] Пористая часть 16 обеспечивает образование пузырьков относительно одинакового размера, которые протекают как часть взвеси пульпы и сталкиваются с твердыми частицами, создавая адгезию между гидрофобными частицами и пузырьками воздуха для достижения разделения. Равномерность геометрии пористой части 16 гарантирует, что высокая и постоянная скорость сдвига в протекающей взвеси пульпы приводит к тому, что воздушный поток через поры пористой части 16 прерывается и создает пузырьки по существу одинакового размера. Как правило, средний диаметр пор или перфораций в пористой части может составлять от 1 мм до 0,2 микрон в зависимости от сорта материала, выбранного для применения. В некоторых вариантах выполнения поры или перфорации имеют средний диаметр пор менее 0,1 мм. В других вариантах выполнения средний диаметр пор составляет 10 мкм. В другом варианте выполнения средний диаметр пор составляет 2 микрона. В еще одном варианте выполнения средний диаметр пор составляет 100 мкм.

[0076] Питательная пульпа, поступающая в полые трубки 10 из впускного отверстия 3 для пульпы, и воздух, поступающий в полые трубки 10 через впускное отверстие 5 для газа, выходят вместе через выходные концы 14 в трубопровод 2 для выпуска из впускного отверстия 7 в виде пузырькового потока. Как лучше всего показано на Фиг.4, этот пузырьковый поток поступает в камеру 33 разделительного устройства 30 на верхнем конце 35 и над наклонными каналами 37, предпочтительно образованными набором наклонных поверхностей или, в идеале, рядом параллельных наклонных пластин. Пузырьковый поток разделяется на газ / пузырьки и компоненты

пульпы, при этом поднимающиеся пузырьки газа с прикрепленными гидрофобными частицами низкой плотности поднимаются вверх по обе стороны от питающего устройства 1 до тех пор, пока они не поступят в выпускное отверстие 40 для извлечения. Более плотная субстанция и частицы опускаются через наклонные каналы к выпускному отверстию (не показано) для удаления более плотной субстанции из камеры 33.

[0077] Таким образом, разделительное устройство 30 работает по существу таким же образом, как описано в процитированных выше международных патентных заявках, в которых разделительное устройство 30 имеет форму противоточного классификатора или обратного противоточного классификатора. Однако следует понимать, что питающее устройство 1 может использоваться и с другими типами разделительных устройств, использующих пенную флотацию.

[0078] Таким образом, питающее устройство 1 обеспечивает альтернативную конфигурацию загрузочной коробки, описанной в международной патентной заявке AU2011/000682. Следовательно, питающее устройство 1 также имеет основное преимущество, заключающееся в создании точного поля ламинарного потока в каждом канале полых трубок 10. Это поле ламинарного потока имеет высокую скорость сдвига в диапазоне от 10 с^{-1} до 1000 с^{-1} . Эта высокая скорость сдвига достигается ламинарным потоком, создаваемым набором полых трубок 10, что позволяет достигать высокой скорости пузырькового потока в выпускном отверстии 7 из питающего устройства 1. Следует понимать, что при реальной работе поток питательной пульпы, если требуется, может изменяться от смешанного до турбулентного.

[0079] Питающее устройство 1 также обеспечивает следующие преимущества:

- обеспечивает увеличенную площадь поверхности для газа, поступающего в трубки 10 через пористые части 16 - это, по сути, максимизирует площадь поверхности проницаемой границы раздела пористых частей 16 между воздушной фазой и протекающей взвесью пульпы на заданной вертикальной высоте (для вертикально расположенных полых трубок 10), а также обеспечивает направление протекающей пульпы на эту проницаемую границу раздела с однородной геометрией;
- обеспечивает ограниченную область для взаимодействия газовых пузырьков и пульпы, повышая вероятность прилипания частиц газа и частиц низкой плотности;
- обеспечивает возможности масштабирования (вверх или вниз) по всей площади поверхности путем добавления большего количества трубок 10 или изъятия имеющихся трубок 10;
- обеспечивает создание единой точки для впуска газа или нескольких точек для

впуска газа с контролируемым объемом и давлением газа во все полые трубки 10;

- обеспечивает большую сдвиговую нагрузку и точное поле ламинарного потока, приложенное к газу и пульпе, что приводит к высокой скорости пузырькового потока, поступающего в разделительное устройство; и

- обеспечивает гарантию того, что пульпа имеет ламинарный поток перед добавлением газа во взвесь пульпы.

[0080] Трубопровод 2, содержащий полые трубки, также имеет улучшенную масштабируемость благодаря перевернутой конструкции подачи воздуха, подаваемого снаружи питающего устройства 1 через впускное отверстие 5 для газа. Следовательно, для получения более высоких скоростей потока, в разделительном устройстве 30 требуется только одно питающее устройство 1, а количество полых трубок 10 может быть легко масштабировано с площадью поперечного сечения разделительного устройства 30 без потери эффективности. В некоторых вариантах выполнения может иметься причина использовать более одного питающего устройства 1. Например, в других типах разделительных устройств, использующих пенную флотацию.

[0081] Несмотря на то, что вариант выполнения был описан как имеющий полые трубки 10 круглого поперечного сечения, следует понимать, что в других вариантах выполнения трубки могут иметь прямоугольное, квадратное, овальное или любое другое многоугольное поперечное сечение. Кроме того, каждая из полых трубок 10 может иметь одну или несколько частей, которые имеют большую или меньшую площадь поперечного сечения, чем другие части, вместо того, чтобы иметь все части с одинаковой площадью поперечного сечения, как показано в проиллюстрированных вариантах выполнения. Например, полая трубка 10 может иметь увеличенный открытый конец (то есть открытый конец, имеющий большую площадь поперечного сечения, чем остальная часть полой трубки). В качестве альтернативы, полая трубка может иметь суженный открытый конец (то есть открытый конец, имеющий меньшую площадь поперечного сечения, чем остальная часть полой трубки). Изменение выходного диаметра (то есть открытого конца) в питающем устройстве 1 может изменять гидродинамику, лежащую в основе кинетической скорости флотации в разделительном устройстве, путем улучшения локального объединения газа с питательной пульпой при изменении скорости сдвига. Аналогичным образом, изменение входного диаметра в питающем устройстве 1 по той же причине также может улучшить локальное объединение газа с питательной пульпой.

[0082] Аналогичным образом, трубопровод в форме трубы 2 с нисходящим потоком имеет круглое поперечное сечение, но в других вариантах выполнения

трубопровод может иметь прямоугольное, квадратное, овальное или любое другое многоугольное поперечное сечение. На Фиг.5 проиллюстрированы виды сверху различных вариантов выполнения, использующих комбинации полых трубок 10 и трубопроводов 2. На Фиг.5(i) как трубопровод 2, так и полые трубки 10 имеют круглое поперечное сечение. На Фиг.5 (ii) трубопровод 50 имеет прямоугольное или квадратное поперечное сечение, тогда как полые трубки 10 расположены по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода. В большинстве случаев полые трубки 10, как правило, лежат в горизонтальном направлении относительно вертикальной ориентации трубопровода 50. На Фиг.5(iii) имеется несколько трубопроводов 50 с по существу перпендикулярными полыми трубками 10, расположенными в корпусе трубопровода или в виде ряда 55. Прямоугольное поперечное сечение трубопровода 50, ряда 55 в сочетании с параллельными каналами над и/или под полыми трубками 10 (как более подробно описано ниже со ссылкой на Фиг.7-10) имеет преимущества обеспечения четко определенного поля потока в каналах и снижения риска закупорки частиц путем выполнения второго измерения, перпендикулярного направлению потока, для обеспечения частица возможности движения. Следовательно, сниженный риск закупорки в канале обеспечивает дополнительную защиту от закупорки крупногабаритными частицами, позволяя обрабатывать частицы большего размера и увеличивая эффективный максимальный диаметр частиц в 2 раза по сравнению с максимальным размером частиц, разрешенным в полых трубках 10. Однако следует понимать, что в других вариантах выполнения трубопровод 50 и ряд 55 могут быть выполнены без параллельных каналов. Кроме того, трубопровод 2, 50 и ряд 55 могут также иметь одну или несколько частей, которые различаются по своей площади поперечного сечения, как обсуждалось выше в отношении полых трубок 10.

[0083] В некоторых вариантах выполнения пористая часть 16 может содержать перфорированную часть полый трубки 10, пористую поверхность, открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0084] В некоторых вариантах выполнения пористая часть 16 может содержать расположенные внутри трубопроводы, трубки или трубы 60, как лучше всего показано на Фиг.6, для формирования кольцевого пространства 63 (с соответствующим кольцевым поперечным сечением) или других подобных геометрий. Как правило, внутренние каналы 60 коаксиальны полым трубкам 10, но могут также и просто проходить параллельно продольной оси 65 полый трубки 10. На Фиг.6 показаны виды с торца комбинаций полых трубок 10 с внутренними трубопроводами 60. Фиг.6(i) иллюстрирует пористую полую

трубку 10 и пористую внутреннюю трубку 60a; Фиг.6(ii) иллюстрирует пористую полую трубку 10 и непористую внутреннюю трубку 60b; и Фиг.6(iii) иллюстрирует непористую полую трубку 10 и пористую внутреннюю трубку 60c. В каждой проиллюстрированной конфигурации образованное кольцевое пространство 63 обеспечивает газу и питательной пульпе возможность объединяться и проходить через полую трубку 10. Преимущества кольцевого пространства 63 включают создание второго размера, перпендикулярного направлению потока, и дополнительного коэффициента 2 в размере частиц, следовательно, уменьшая вероятность закупорки частицами. Кольцевое пространство 63 обеспечивает значительно увеличенную скорость сдвига путем изменения гидравлического диаметра за счет небольшой потери площади потока. Например, 10%-ая потеря площади потока через пористую часть 16 обеспечивает увеличение скорости сдвига в 2 раза. Кроме того, в других вариантах выполнения внутренняя трубка 60 может содержать перфорированную часть, пористую поверхность, открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0085] Со ссылкой на Фиг.7 и 8, показан дополнительный вариант выполнения изобретения. В этом варианте выполнения трубопровод в форме трубы 70 с нисходящим потоком содержит верхнюю часть 72, часть 75 доставки газа и нижнюю часть 77, которая длиннее верхней части 72. Каждая часть имеет фланцы 78 для крепления друг к другу и к узлу впускного отверстия для питательной пульпы (не показан). Первый ряд 80 в целом параллельных каналов 82, образованных параллельными пластинами 85, расположен в верхней части 72 над частью 75 доставки газа. Второй ряд 88 в целом параллельных каналов 82, образованных параллельными пластинами 85, расположен в нижней части под частью 75 доставки газа.

[0086] Часть 75 доставки газа содержит полые трубки в форме трубчатых распределителей 90, расположенных по существу перпендикулярно продольной оси 92 трубы 70 с нисходящим потоком. Предпочтительно, для каждого одного или двух параллельных каналов 82 имеется один распределитель 90. Для доставки газа в виде воздуха вдоль воздушной камеры 96 в один конец 97 распределителей 90 выполнены впускные отверстия 95 для газа. Воздух выходит через другой конец 98 в другую воздушную камеру 96 и выходит через выпускные отверстия 99 для газа. Воздух может быть подан к распределителям 90 через общий коллектор (не показан), соединенный с обоими концами 97, 98 распределителей.

[0087] При работе этого варианта выполнения питательная пульпа поступает через верхнюю часть 72 трубы 70 с нисходящим потоком, чтобы протекать вниз через каналы

82, как показано стрелками 100, и вокруг распределителей 90. Воздух подается в распределители 90 через впускные отверстия 95 для газа и воздушную камеру 96. Когда воздух проходит по длине распределителей 90, часть воздуха выходит через боковые стенки распределителей, образуя пузырьки воздуха, которые протекают вместе с нисходящим потоком питательной пульпы и начинают прилипать к гидрофобным частицам низкой плотности в пульпе. По существу перпендикулярное расположение распределителей 90 означает, что питательная пульпа способна протекать через наружные поверхности распределителей (а не через полые трубки 10, как в предшествующих вариантах выполнения) с высокими скоростями сдвига для достижения эффективных столкновений пузырьков и частиц. Как правило, вокруг наружного радиального измерения распределителя имеется зона высокого напряжения сдвига и градиентов напряжения сдвига.

[0088] Со ссылкой на Фиг.9 и 10 проиллюстрирован еще один вариант выполнения изобретения. В этом варианте выполнения трубопровод 105 по существу такой же, что и трубопровод 70, показанный на Фиг.7 и 8. Однако часть 75 доставки газа содержит трубчатые распределители 90, расположенные в несколько рядов 110, которые расположены на одной линии по вертикали. В некоторых вариантах выполнения распределители 90 могут быть расположены ярусами.

[0089] Предполагается, что использование параллельных каналов 82 обеспечивает лучшие варианты масштабирования по сравнению с использованием полых трубок 10 в предшествующих вариантах выполнения и может обеспечить снижение перепада давления и/или энергопотребления для устройства. Еще одно преимущество использования параллельных каналов 82 состоит в том, что они обеспечивают четко определенное поле потока внутри каналов и уменьшают риск закупорки частицами внутри канала, создавая второе измерение для движения частиц, перпендикулярное направлению потока. Это обеспечивает дополнительную защиту от закупорки крупногабаритными частицами, обеспечивая возможность обработки частиц большего размера и увеличивая эффективный максимальный диаметр частиц в 2 раза по сравнению с максимальным размером частиц, разрешенным в полых трубках 10.

[0090] В некоторых вариантах выполнения параллельные пластины 85 не проходят по всей длине нижней части 77. Однако для улучшения столкновений пузырьков и частиц предпочтительно, чтобы параллельные пластины 85 проходили по всей длине нижней части 77.

[0091] В некоторых вариантах выполнения трубы 70, 105 с нисходящим потоком

могут быть заключены в оболочку из круглой трубки. Несмотря на то, что варианты выполнения, показанные на Фиг.7-10, имеют трубы 70, 105 с нисходящим потоком с квадратным поперечным сечением (то есть трубы с нисходящим потоком являются симметричными), следует понимать, что трубы 70, 105 с нисходящим потоком в других вариантах выполнения могут иметь прямоугольное, круглое, овальное, шестиугольное или любое другое многоугольное сечение.

[0092] Вариант выполнения, изображенный на Фиг.7-10, имеет те же технические преимущества варианта выполнения, изображенного на Фиг.1-4, как обсуждалось выше. Кроме того, возможность установления соединения между всеми элементами потока взвеси пульпы может поддерживаться путем разделения воздушного потока через полые трубки и соответствующие пористые части (как показано на Фиг.1-4), или возможность установления соединения между всеми элементами нашего потока воздуха / газа может поддерживаться путем разделения потока взвеси пульпы через полые трубки и соответствующие пористые части (как показано на Фиг.7-10). Кроме того, большая проницаемая площадь поверхности между газовой фазой и фазой пульпы достигается с помощью пористых частей 16 таким образом, что обеспечивается геометрическая однородность. Геометрический масштаб длины лучше всего измерять с помощью так называемого гидравлического диаметра, определяемого как $4 \times$ общую площадь потока пульпы, поделенная на смачиваемый периметр, причем смачиваемый периметр является периметром пористой поверхности / части 16. Этот гидравлический диаметр и скорость потока пульпы обуславливают скорость сдвига. Таким образом, фактически разделение потока воздуха / газа или потока пульпы приводит к созданию большей площади поверхности границы раздела между газовой и жидкой фазами, через которую газовая фаза входит в жидкую фазу с целью образования пузырьков на границе раздела (пористая часть 16), посредством напряжения сдвига от протекающей взвеси питательной пульпы. По существу одинаковый размер относительно мелких пузырьков воздуха эффективен при извлечении гидрофобных частиц (низкой плотности) относительно мелких размеров путем флотации. Кроме того, однородная геометрия пористой части помогает создавать различную скорость сдвига, чтобы способствовать столкновению и прикреплению пузырьков и частиц.

[0093] В других вариантах выполнения выпускное отверстие 7 питающего устройства 1 не должно проходить в верхний конец 35 камеры 33, но вместо этого может быть расположено в верхней части камеры 33 или проходить дальше к средней точке или средней части камеры 33 или быть расположено в средней точке или средней части

камеры 33. В идеале, выпускное отверстие 7 расположено над наклонными каналами 37. Следовательно, может быть предусмотрена конфигурация, в которой выпускное отверстие 7 расположено в направлении нижнего конца камеры 33 или на нижнем конце камеры 33. Кроме того, наклонные каналы 37 могут быть расположены в любом месте камеры 33, где это необходимо, включая верхний конец 35, среднюю часть или нижний конец камеры 33.

[0094] В некоторых вариантах выполнения полые трубки 10 могут быть наклонены, если это требуется, внутри трубопровода 2, вместо того, чтобы быть расположенными вертикально. Кроме того, полые трубки 10 могут просто проходить в осевом направлении внутри трубопровода, по существу параллельно стенкам трубопровода (и, следовательно, питающее устройство 1 может иметь наклонный канал 2 с наклонными полыми трубками 10).

[0095] В других вариантах выполнения полые трубки 10 проходят еще дальше вдоль длины трубопровода 2 за среднюю часть 6 и в нижнюю часть 8, чтобы выпускать питательную пульпу и газ из их соответствующих выходных концов 14 ближе к выпускному отверстию 7 трубопровода. В другом варианте выполнения выходной конец 14 каждой полый трубки 10 примыкает к выпускному отверстию 7 трубопровода.

[0096] В некоторых вариантах выполнения форма трубопровода 2 может быть изменена по желанию. Следовательно, верхняя часть 4 и часть 31 нижней части 8 не должны иметь форму усеченного конуса.

[0097] Также предполагается, что питающее устройство 1 особенно подходит для высоких объемных скоростей подачи и низких концентраций твердых веществ или низких степеней подачи и может использоваться с промывочной водой, добавляемой сверху к пузырьковому потоку в камере 33 разделительного устройства 30. В этой связи следует отметить, что разделительное устройство 30, показанное на Фиг.4, не использует промывочную воду.

[0098] Цель этого варианта выполнения состоит в том, чтобы извлечь все гидрофобные частицы, и в этом случае в конечном продукте можно ожидать некоторое количество захваченных гидрофильных частиц. При такой конструкции не существенно, будет ли образовываться пена. Преимущества в этом случае состоят в том, что нет необходимости поддерживать или контролировать пену, потому что пена может сильно варьироваться по своей стабильности.

[0099] Кроме того, следует отметить, что подавляющее большинство объемного потока обычно имеет тенденцию выпускаться из нижней части резервуара. Следовательно, система будет эффективно работать в условиях разбавления, и,

следовательно, будет наблюдаться хорошее распределение этого потока по всем наклонным каналам. Также могут быть использованы более высокие системные концентрации.

[0100] Кроме того, следует отметить, что устройство будет эффективно работать при скоростях питания и газа выше, чем в обычном устройстве пенной флотации, и будет работать с более высокими скоростями промывочной воды. Эти более высокие скорости стали возможными благодаря мощному влиянию наклонных каналов в нижней части системы. Эти каналы обеспечивают увеличение эффективной площади резервуара, обеспечивая пузырькам газа, которые в противном случае могли бы уноситься вниз к нижнему продукту, возможность подниматься вверх по направлению к верхнему продукту.

[0101] Кроме того, следует понимать, что любые признаки в предпочтительных вариантах выполнения изобретения могут быть объединены вместе и не обязательно применяются изолированно друг от друга. Например, признак наклонных полых трубок 10 и признак прямоугольной верхней части могут быть объединены в одном питающем устройстве 1. Подобные комбинации двух или большего количества признаков из вышеописанных вариантов выполнения изобретения могут быть легко выполнены специалистом в данной области техники.

[0102] Путем установки в питающем устройстве полых трубок, каждая из которых имеет пористую часть, обеспечивается полезная альтернативная конфигурация для подачи пульпы в разделительное устройство, которое имеет такие же преимущества, как высокое напряжение сдвига и точное поле ламинарного потока, что приводит к высокой скорости пузырькового потока, поступающего в разделительное устройство. Следовательно, питательная пульпа доставляется быстро и эффективно и заранее приготавливается (благодаря соединению с пузырьками, создаваемыми газом) для отделения частиц низкой плотности. Кроме того, пористая часть максимизирует площадь поверхности проницаемой границы раздела между воздушной фазой и протекающей взвесью пульпы, увеличивая количество создаваемых по существу однородных пузырьков. Пористая часть также гарантирует, что проницаемая граница раздела имеет однородную геометрию. Во всех этих отношениях изобретение представляет собой практическое и коммерчески значимое усовершенствование по сравнению с предшествующим уровнем техники.

[0103] Несмотря на то, что изобретение было описано со ссылкой на конкретные примеры, специалистам в данной области следует понимать, что изобретение может быть реализовано во многих других формах.

УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ПОДАЧИ ПИТАТЕЛЬНОЙ ПУЛЬПЫ В РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

[0001] Настоящее изобретение относится к способу и устройству для подачи питательной пульпы в разделительное устройство, а также к способу и устройству для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы. Изобретение было разработано, в частности, хотя и не только, как интенсифицированный процесс пенной флотации применительно к мелкому углю или мелким минералам, используемым для концентрирования гидрофобных частиц.

[0002] Во всем этом описании термин «частицы низкой плотности» используется для обозначения частиц, которые могут быть твердыми, жидкими или газообразными и во всех случаях менее плотными, чем окружающая жидкость, которая, например, может представлять собой воду. Более конкретные примеры частиц низкой плотности могут включать капли масла или даже пузырьки газа. В данном описании термин «газ» используется для обозначения раствора, который может быть газообразным, жидким или твердым. Более конкретные примеры раствора могут включать воду, воздух или даже эмульсии.

ПРЕДПОСЫЛКИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0003] Последующее обсуждение предшествующего уровня техники предназначено для представления изобретения в соответствующем техническом контексте и обеспечения правильной оценки его преимуществ. Однако если явно не указано иное, ссылка на какой-либо предшествующий уровень техники в этом описании не должна рассматриваться как явное или подразумеваемое признание того, что такой уровень техники широко известен или является частью общих знаний в данной области.

[0004] В прошлом предлагалось отделять частицы с низкой плотностью от питательной пульпы путем введения питательной пульпы над набором параллельных наклонных каналов, причем подавляющее количество пульпы транспортируется вниз

через наклонные каналы. Частицы с низкой плотностью затем выходят из потока, поднимаясь к обращенным вниз наклонным поверхностям каналов, собираясь в виде перевернутого осадка и затем скользя вверх по наклонным каналам. Таким образом, частицы с низкой плотностью концентрируются на верхней половине устройства и, в свою очередь, направляются в верхний продукт, обычно посредством переливного желоба. Промывочная вода может быть добавлена в верхнюю часть и может протекать вниз, чтобы удалить возможные загрязнения. Наклонные каналы обычно образованы расположением наклонных параллельных пластин. Этот классификатор с наклонной пластиной часто называют «противоточным классификатором». Способ и устройство, относящиеся к противоточному классификатору, описаны в международной заявке на патент № PCT/AU2007/001817, описание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки, и со ссылкой на Фиг.5 настоящего описания.

[0005] В одной конфигурации частицы с низкой плотностью выходят из нисходящего потока пульпы с помощью восходящего псевдооживленного потока из-под каналов. Эта конфигурация описана в международной патентной заявке AU2007/001817. В другой конфигурации частицы с низкой плотностью выходят из нисходящего потока пульпы навстречу нисходящему псевдооживленному потоку над каналами. В этой конфигурации противоточный классификатор полностью инвертирован и в одном варианте выполнения обеспечивает верхнюю камеру псевдооживления на верхнем конце устройства. Следовательно, эта альтернативная конфигурация, называемая «обратным противоточным классификатором», описана в международной заявке на патент № PCT/AU2011/000682, описание которой полностью включено в настоящее описание посредством ссылки.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0006] Настоящее изобретение было разработано для дальнейшего усовершенствования или обеспечения альтернативы устройству и способам питания противоточного классификатора или обратного противоточного классификатора и их соответствующих режимов работы.

[0007] Соответственно, в первом аспекте настоящего изобретения предлагается устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой

плотности от питательной пульпы, причем устройство содержит:

- трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для подачи газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы; и

- полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа из первого впускного отверстия и впускного отверстия для подачи газа;

- при этом одна или несколько из указанных полых трубок содержит непористую часть для направления потока питательной пульпы и газа и пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0008] Предпочтительно, пористая часть содержит пористую поверхность.

[0009] Предпочтительно, пористая часть или поверхность выполнена в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок. В альтернативных конфигурациях пористая часть или поверхность выполнена в средней части или в верхней части указанной одной или нескольких полых трубок, или же пористая часть или поверхность полностью формирует указанную одну или несколько полых трубок. В еще одном альтернативном варианте выполнения пористая часть или поверхность выполнена на одной или нескольких частях указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения газ подается из впускного отверстия для подачи газа в полые трубки через пористую поверхность.

[0010] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок содержит распределительную часть, формирующую пористую часть или поверхность. В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок содержит открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0011] Предпочтительно, пористая часть выполнена в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Также предпочтительно, чтобы пористая часть находилась в проточном сообщении с впускным отверстием для подачи газа, чтобы принимать газ из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок.

[0012] Предпочтительно, пористая часть содержит поры или перфорации, имеющие средний диаметр менее 1 мм. Более предпочтительно, средний диаметр пор составляет

менее 0,1 мм. В некоторых вариантах выполнения средний диаметр пор может составлять 0,1 микрона, 0,2 микрона, 2 микрона, 10 микрон или 100 микрон. В других вариантах выполнения средний диаметр пор может иметь значение в диапазоне между вышеуказанными размерами.

[0013] Предпочтительно, пористая часть имеет пористость от 1 до 90%, предпочтительно от 10 до 80%. Специалистам в данной области техники будет понятно, что термин «пористость» относится к фракции стенки, содержащей соединенные отверстия внутри пористой части. Также следует понимать, что проницаемость связана с перепадом давления, необходимым для создания заданного потока, на который, в свою очередь, влияют размер пор, извилистость пор через материал (длина пути) и пористость.

[0014] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок расположена в осевом направлении внутри трубопровода. В качестве альтернативы, указанная одна или несколько полых трубок расположена по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода.

[0015] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько первых отверстий для приема питательной пульпы из впускного отверстия для пульпы. Более предпочтительно, каждое из указанных первых отверстий содержит первый открытый конец полых трубок.

[0016] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько вторых отверстий для приема газа из впускного отверстия для подачи газа. В некоторых вариантах выполнения вторые отверстия выполнены в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Наиболее предпочтительно, вторые отверстия содержат пористую часть. Таким образом, пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок находится в проточном сообщении с впускным отверстием для подачи газа, чтобы получать газ из впускного отверстия для подачи газа и создавать пузырьки по существу одинакового размера в пульпе, протекающей в указанной одной или нескольких полых трубках. В других вариантах выполнения каждое из вторых отверстий содержит открытый конец полых трубок. В этом случае каждая из указанных одной или нескольких полых трубок имеет открытый конец, проточно сообщающийся с впускным отверстием для подачи газа.

[0017] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок имеет одно

или несколько третьих отверстий для выпуска питательной пульпы и газа в трубопровод. Более предпочтительно, каждое третье отверстие содержит второй открытый конец полых трубок. В одном варианте выполнения второй открытый конец противоположен первому открытому концу.

[0018] В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок имеет одно или несколько четвертых отверстий для выпуска газа в питательную пульпу внутри трубопровода. Предпочтительно, четвертые отверстия выполнены в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок. Наиболее предпочтительно, вторые отверстия содержат пористую часть. Таким образом, пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок выпускает газ из указанной одной или нескольких полых трубок в форме пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

[0019] Предпочтительно, каждая из указанной одной или нескольких полых трубок содержит внутренний трубопровод, трубку или трубу. Более предпочтительно, имеется несколько внутренних трубопроводов, трубок или труб. Кроме того, предпочтительно, чтобы один или несколько внутренних трубопроводов, трубок или труб также имел пористую часть для создания в питательной пульпе пузырьков по существу одинакового размера. Следовательно, пузырьки по существу одинакового размера способны прилипнуть к частицам низкой плотности в пульпе. В некоторых вариантах выполнения пористая часть выполнена в боковой стенке указанного одного или нескольких внутренних трубопроводов, трубок или труб. В других вариантах выполнения внутренние трубопроводы, трубки или трубы содержат открытый конец для приема газа из впускного отверстия для подачи газа. В других вариантах выполнения пористые части внутренних трубопроводов, трубок или труб содержат конструкции, похожие на распределители.

[0020] Предпочтительно, указанная одна или несколько полых трубок являются симметричными. В некоторых вариантах выполнения указанная одна или несколько полых трубок содержат расширенную часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном предпочтительном варианте выполнения расширенная часть содержит открытый конец увеличенного размера указанной одной или нескольких полых трубок. В еще одном альтернативном варианте выполнения указанная одна или

несколько полых трубок содержат суженную часть, площадь поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном предпочтительном варианте выполнения суженная часть содержит суженный открытый конец указанной одной или нескольких полых трубок.

[0021] Предпочтительно, трубопровод может иметь первую часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения второй части трубопровода. В качестве альтернативы, трубопровод может иметь первую часть, площадью поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения второй части трубопровода.

[0022] Во втором аспекте настоящего изобретения предлагается устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, причем устройство содержит:

трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для подачи газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы;

полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа из первого впускного отверстия и впускного отверстия для подачи газа, причем указанные полые трубки расположены по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода и установлены в одном или нескольких рядах; и

каналы, расположенные выше и ниже полых трубок, причем каналы расположены аксиально внутри трубопровода;

при этом каждая полая трубка содержит пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0023] Предпочтительно, одна или несколько полых трубок имеет открытый конец, проточно сообщающийся с впускным отверстием для подачи газа, причем открытый конец получает газ из впускного отверстия для подачи газа. Более предпочтительно, пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок получает газ из указанной одной или нескольких полых трубок и создает пузырьки по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0024] Предпочтительно, каналы ограничены параллельными пластинами.

[0025] Предпочтительно, полые трубки имеют предпочтительные признаки полых трубок, выполненных в соответствии с первым аспектом изобретения.

[0026] Во третьем аспекте настоящего изобретения предлагается устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащее:

- камеру с наклонными каналами;
- пульповый питатель, выполненный с возможностью подачи питательной пульпы в питающее устройство, выполненное в соответствии с первым или вторым аспектом изобретения; и
- устройство для подачи газа, выполненное с возможностью подачи газа в питающее устройство;
- при этом выпускное отверстие питающего устройства выполнено с возможностью подачи газа и пульпы в камеру.

[0027] Предпочтительно, указанные наклонные каналы расположены в направлении нижнего конца камеры или на нижнем конце камеры. В альтернативных конфигурациях указанные наклонные каналы расположены в других местах камеры, включая верхний конец или среднюю часть.

[0028] Предпочтительно, указанные наклонные каналы образованы набором наклонных поверхностей. Более предпочтительно, набор наклонных поверхностей содержит ряд параллельных наклонных пластин.

[0029] Предпочтительно, газ и пульпа образуют нисходящий псевдооживленный поток, проходящий в направлении наклонных каналов. Более предпочтительно, верхний конец камеры по существу закрыт, чтобы облегчить формирование нисходящего псевдооживленного потока.

[0030] Предпочтительно, газ и пульпа образуют перевернутый псевдооживленный слой в камере над наклонными каналами.

[0031] Предпочтительно, газ и пульпа выходят из выпускного отверстия питающего устройства в камеру над наклонными каналами. Более предпочтительно, газ и пульпа выходят из питающего устройства в верхний конец камеры. В других вариантах выполнения газ и пульпа могут выходить в другие части камеры, включая среднюю часть или даже нижний конец камеры.

[0032] Предпочтительно, устройство содержит по меньшей мере один выпускной канал для удаления частиц низкой плотности из камеры. В одном варианте выполнения указанное по меньшей мере одно выпускное отверстие содержит верхнее управляющее устройство, выполненное с возможностью удаления концентрированных взвесей частиц низкой плотности из верхнего конца камеры с контролируемой скоростью.

[0033] Предпочтительно, указанный по существу закрытый верхний конец камеры выполнен так, чтобы направлять концентрированные взвеси частиц низкой плотности к указанному по меньшей мере одному выпускному отверстию. Более предпочтительно, верхний конец камеры имеет форму конуса с указанным по меньшей мере одним выпускным отверстием, содержащим клапан, расположенный на вершине конуса.

[0034] Предпочтительно, верхний конец камеры перфорирован, а устройство подачи промывочной воды выполнено с возможностью подачи промывочной воды под давлением через перфорации в камеру.

[0035] Предпочтительно, устройство содержит по меньшей мере одно выпускное отверстие для удаления более плотных частиц из камеры. В одном варианте выполнения указанное по меньшей мере одно выпускное отверстие содержит нижнее управляющее устройство, выполненное с возможностью обеспечения удаления более плотных частиц из нижнего конца камеры ниже наклонных каналов с контролируемой скоростью. Более предпочтительно, нижнее управляющее устройство содержит клапан или насос.

[0036] Предпочтительно, как верхнее, так и нижнее управляющее устройство при работе выполнено с возможностью измерять глубину частиц низкой плотности в верхнем конце камеры и открывать или закрывать клапаны и/или приводить в действие насос для поддержания глубины частиц низкой плотности в пределах заранее заданного диапазона.

[0037] В четвертом аспекте настоящего изобретения предлагается способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

- введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе;
- введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопроводе;
- смешивание питательной пульпы и газа с использованием полых трубок так, что питательную пульпу и газ выпускают из выпускного отверстия трубопровода в разделительное устройство; и

- формирование одной или нескольких полых трубок с пористой частью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0038] Предпочтительно, способ дополнительно включает выполнение пористой части с пористой поверхностью. Более предпочтительно, способ включает формирование пористой поверхности в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок. В других вариантах выполнения пористая поверхность может быть сформирована в средней или верхней части указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через пористую поверхность.

[0039] Предпочтительно, способ дополнительно включает расположение в осевом направлении указанной одной или нескольких полых трубок внутри трубопровода. В качестве альтернативы, способ дополнительно включает расположение указанной одной или нескольких полых трубок по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода.

[0040] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение питательной пульпы из впускного отверстия для пульпы в указанные полые трубки через одно или несколько первых отверстий. Более предпочтительно, способ дополнительно включает введение питательной пульпы из впускного отверстия для пульпы в указанные полые трубки через первый открытый конец указанной одной или нескольких полых трубок. В одном варианте выполнения способ включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок через пористую часть или поверхность для создания пузырьков по существу одинакового размера в пульпе, протекающей вдоль указанной одной или нескольких полых трубок.

[0041] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через одно или несколько вторых отверстий указанной одной или нескольких полых трубок. Более предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки через боковую стенку указанной одной или нескольких полых трубок. В других вариантах выполнения способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки

через один или несколько открытых концов указанной одной или нескольких полых трубок. В некоторых вариантах выполнения способ включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок и выпуск газа через пористую часть или поверхность в форме пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

[0042] Предпочтительно, способ также включает выпуск питательной пульпы и газа из одного или нескольких третьих отверстий указанной одной или нескольких полых трубок. Более предпочтительно, способ дополнительно включает выпуск питательной пульпы и газа из второго открытого конца указанной одной или нескольких полых трубок.

[0043] Предпочтительно, способ дополнительно включает введение газа из впускного отверстия для подачи газа в трубопровод с использованием указанных полых трубок. В некоторых вариантах выполнения способ дополнительно включает выпуск газа в питательную пульпу через боковую стенку указанной одной или нескольких полых трубок.

[0044] В пятом аспекте настоящего изобретения предлагается способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

- введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе;
- введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопроводе;
- расположение полых трубок по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода и установку их в один или несколько рядов;
- расположение каналов выше и ниже полых трубок, причем каналы располагают аксиально внутри трубопровода;
- подачу питательной пульпы и газа в полые трубки так, что питательную пульпу и газ выпускают из впускного отверстия трубопровода в разделительное устройство; и
- формирование полых трубок с пористой частью или поверхностью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

[0045] Предпочтительно, способ также включает любые из предпочтительных признаков четвертого аспекта изобретения.

[0046] В шестом аспекте настоящего изобретения предлагается способ отделения

частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

- введение питательной пульпы и газа в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, в соответствии со способом третьего аспекта изобретения, причем разделительное устройство содержит камеру с наклонными каналами;

- обеспечение пульпе возможности протекать вниз через наклонные каналы, так что частицы низкой плотности выходят из потока, скользя вверх по наклонным каналам, тогда как более плотные частицы в пульпе скользят вниз по каналам; и

- удаление частиц низкой плотности из камеры.

[0047] Предпочтительно, способ также включает обеспечение возможности частицам с низкой плотностью перемещаться вверх с контролируемой скоростью через один или несколько ограниченных проходов между наружными стенками питающего устройства и стенками камеры в переливной желоб.

[0048] Предпочтительно, способ также включает удаление более плотных частиц из нижнего конца камеры.

[0049] Предпочтительно, способ также включает формирование перевернутого псевдооживленного слоя в камере над указанными наклонными каналами.

[0050] Предпочтительно, вышеупомянутые способы также включают по существу закрытие верхнего конца камеры для облегчения формирования нисходящего псевдооживленного потока.

[0051] Предпочтительно, способ также включает расположение указанных наклонных каналов в направлении нижнего конца камеры или на нижнем конце камеры. В некоторых вариантах выполнения способ также включает расположение множества наклонных каналов в направлении средней части или верхнего конца камеры или в средней части или на верхнем конце камеры.

[0052] Кроме того, предпочтительно, вышеуказанные способы также включают выполнение наклонных поверхностей для формирования наклонных каналов. Более предпочтительно, указанные наклонные поверхности формируют посредством ряда параллельных наклонных пластин.

[0053] Предпочтительно, способ также включает обеспечение частицам с низкой плотностью возможности формировать концентрированную пульпу на верхнем конце

камеры.

[0054] Предпочтительно, способ также включает удаление частиц низкой плотности с контролируемой скоростью из верхнего конца камеры.

[0055] Предпочтительно, способ также включает введение промывочной воды под давлением в верхний конец камеры. Более предпочтительно, способ также включает равномерное введение промывочной воды через закрытый верхний конец камеры.

[0056] В некоторых вариантах выполнения частицы с низкой плотностью направляют к точке выхода в верхнем конце камеры, где их удаляют с регулируемой скоростью с помощью верхнего управляющего устройства, предпочтительно, клапана.

[0057] В некоторых вариантах выполнения более плотные частицы удаляют из нижнего конца камеры с регулируемой скоростью с помощью нижнего управляющего устройства, предпочтительно, клапана или насоса.

[0058] Предпочтительно, работой верхнего и нижнего управляющих устройств управляют путем измерения плотности пульпы в верхней части камеры, а также управляют работой верхнего и нижнего управляющих устройств для поддержания глубины частиц низкой плотности в заданном диапазоне в верхнем конце камеры. В качестве альтернативы, работой верхнего и нижнего управляющих устройств управляют путем измерения плотности пульпы в нижней части камеры.

[0059] Если из контекста явным образом не следует иного, во всем описании и в формуле изобретения слова «содержат», «содержащие» и тому подобные должны толковаться в инклюзивном смысле, а не в эксклюзивном или исчерпывающем смысле, то есть в смысле «включая, но не ограничиваясь этим».

[0060] Кроме того, как используется в настоящем документе и если не указано иное, использование порядковых прилагательных «первый», «второй», «третий» и т.д. для описания одинакового объекта просто указывает на то, что дается ссылка на различные случаи подобных объектов, при этом такое использование не предназначено означать, что объекты, описанные таким образом, должны быть расположены в заданной последовательности, либо во времени, в пространстве, по порядку, либо любым другим образом.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

[0061] Предпочтительные варианты выполнения изобретения теперь будут описаны исключительно в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

[0062] Фиг.1 изображает вид в аксонометрии устройства, выполненного в соответствии с одним вариантом выполнения изобретения;

[0063] Фиг.2 изображает вид в частичном разрезе устройства, показанного на Фиг.1;

[0064] Фиг.3 изображает вид снизу устройства, показанного на Фиг.1; и

[0065] Фиг.4 изображает вид в частичном разрезе устройства, показанного на Фиг.1, установленного или прикрепленного к разделительному устройству.

[0066] Фиг.5 изображает виды сверху других вариантов выполнения изобретения;

[0067] Фиг.6 изображает вид с торца других вариантов выполнения полых трубок, используемых в вариантах выполнения изобретения;

[0068] Фиг.7 изображает вид сверху еще одного варианта выполнения изобретения;

[0069] Фиг.8 изображает вид сбоку варианта выполнения, показанного на Фиг.7;

[0070] Фиг.9 изображает вид сверху еще одного варианта выполнения изобретения;

и

[0071] Фиг.10 изображает вид сбоку варианта выполнения, показанного на Фиг.9.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ВАРИАНТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

[0072] Теперь настоящее изобретение будет описано со ссылкой на следующие примеры, которые следует рассматривать во всех отношениях как иллюстративные и неограничивающие. На чертежах соответствующие признаки в одном и том же варианте выполнения или общие для разных вариантов выполнения обозначены одинаковыми номерами позиций.

[0073] Предпочтительные формы изобретения, описанные ниже, относятся к способу и устройству, используемому для пенной флотации, которые обычно применяются к мелким частицам угля и минерального вещества и используются для концентрирования гидрофобных частиц угля или минералов.

[0074] Эти гидрофобные частицы выборочно прилипают к поверхности пузырьков воздуха, оставляя гидрофильные частицы в пульпе между пузырьками. Таким образом,

как только гидрофобные частицы присоединяются к пузырькам воздуха, образуется новая гибридная частица, суммарная плотность которой намного меньше, чем плотность воды. В этом случае присоединенная гидрофобная частица имеет направленную вверх скорость сегрегации, которая является очень высокой по сравнению с нисходящей приведенной скоростью пульпы из более плотных частиц.

[0075] В большинстве ситуаций флотации для ускорения флотации необходимо добавлять определенные реагенты. Для повышения гидрофобности гидрофобных частиц угля может быть добавлен коллектор. В частности, для стабилизации пузырьков и, следовательно, пены, образующейся, когда пузырьки стремятся покинуть объем жидкости, добавляют поверхностно-активное вещество (иногда называемое «пенообразователем»). Поверхностно-активное вещество адсорбируется на поверхности пузырька, помогая предотвратить слипание пузырьков и, следовательно, сохранить «частицы низкой плотности». Это особенно важно, когда пузырьки проталкиваются через верхний клапан.

[0076] В описанном варианте выполнения, показанном на Фиг.1-4, предложено более эффективное и удобное устройство для подачи питательной пульпы и газа в разделительное устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащей частицы низкой плотности и более плотные частицы и/или среду. В частности, описанный вариант выполнения был разработан для подачи питательной пульпы и газа в противоточный классификатор или в обратный противоточный классификатор, как описано в международных патентных заявках, соответственно, AU2007/001817 и AU2011/000682.

[0077] Как показано на Фиг.1, питающее устройство 1, в соответствии с вариантом выполнения изобретения, содержит трубопровод или камеру 2, имеющую впускное отверстие 3 для пульпы, расположенное в верхней части 4 устройства 1, впускное отверстие 5 для подачи газа, расположенное в средней части 6 устройства, и выпускное отверстие 7, расположенное на одном конце нижней части 8 устройства.

[0078] Трубопровод 2 также содержит полые трубки 10, показанные на Фиг.2, с открытыми входными концами 12 для приема питательной пульпы из впускного отверстия 3 для пульпы и с открытыми выходными концами 14 для выпуска пульпы и газа из трубопровода. Полые трубки 10 также содержат пористую часть 16, обеспечивающую

газу возможность поступать из впускного отверстия 5 для подачи газа в полые трубки и создавать пузырьки по существу одинакового размера, которые протекают вместе с поступающим потоком пульпы из входных концов 12. Также имеются монтажные отверстия 18 для установки питающего устройства 1 на разделительное устройство 30 для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы (как лучше всего показано на Фиг.3 и 4), таких как противоточный классификатор или обратный противоточный классификатор.

[0079] Верхняя часть 4 трубопровода имеет форму усеченного конуса для содействия распределению питательной пульпы во входные концы 12 полых трубок 10. Аналогичным образом, нижняя часть 8 трубопровода имеет часть 31 формы усеченного конуса для направления и концентрирования газа и пульпы в цилиндрическую часть 32 перед выпуском через выпускное отверстие 7. Цилиндрическая часть 32 эффективно работает как труба с нисходящим потоком, доставляя пузырьковый поток в камеру разделительного устройства 30.

[0080] Питательная пульпа вводится через впускное отверстие 3 для пульпы, проходит через входной конец 12 каждой полый трубки 10 и протекает вниз по длине полых трубок в вертикальных каналах, образованных стенками полых трубок. Газ (обычно в виде воздуха) вводится через впускное отверстие 5 для подачи газа и проходит через пористую часть 16 каждой полый трубки 10, создавая пузырьки практически одинакового размера, которые протекают вместе с питательной пульпой и прилипают в питательной пульпе к гидрофобным частицам низкой плотности. Обычно газ подается через впускное отверстие 5 для подачи газа контролируемым образом так, что мелкие пузырьки, предпочтительно порядка 0,3 мм в диаметре, выходят из пористых частей 16 каждой полый трубки 10 и взаимодействуют с гидрофобными частицами (которые имеют тенденцию быть частицами низкой плотности) в питательной пульпе, проходящей по длине полых трубок. Гидрофобные частицы, прикрепленные к пузырькам воздуха, увлекаются вниз через вертикальные каналы и затем выпускаются из выходных концов 14 полых трубок 10.

[0081] Пористая часть 16 обеспечивает образование пузырьков относительно одинакового размера, которые протекают как часть взвеси пульпы и сталкиваются с твердыми частицами, создавая адгезию между гидрофобными частицами и пузырьками

воздуха для достижения разделения. Равномерность геометрии пористой части 16 гарантирует, что высокая и постоянная скорость сдвига в протекающей взвеси пульпы приводит к тому, что воздушный поток через поры пористой части 16 прерывается и создает пузырьки по существу одинакового размера. Как правило, средний диаметр пор или перфораций в пористой части может составлять от 1 мм до 0,2 микрон в зависимости от сорта материала, выбранного для применения. В некоторых вариантах выполнения поры или перфорации имеют средний диаметр пор менее 0,1 мм. В других вариантах выполнения средний диаметр пор составляет 10 мкм. В другом варианте выполнения средний диаметр пор составляет 2 микрона. В еще одном варианте выполнения средний диаметр пор составляет 100 мкм.

[0082] Питательная пульпа, поступающая в полые трубки 10 из впускного отверстия 3 для пульпы, и воздух, поступающий в полые трубки 10 через впускное отверстие 5 для подачи газа, выходят вместе через выходные концы 14 в трубопровод 2 для выпуска из выпускного отверстия 7 в виде пузырькового потока. Как лучше всего показано на Фиг.4, этот пузырьковый поток поступает в камеру 33 разделительного устройства 30 на верхнем конце 35 и над наклонными каналами 37, предпочтительно образованными набором наклонных поверхностей или, в идеале, рядом параллельных наклонных пластин. Пузырьковый поток разделяется на газ / пузырьки и компоненты пульпы, при этом поднимающиеся пузырьки газа с прикрепленными гидрофобными частицами низкой плотности поднимаются вверх по обе стороны от питающего устройства 1 до тех пор, пока они не поступят в выпускное отверстие 40 для извлечения. Более плотная субстанция и частицы опускаются через наклонные каналы к выпускному отверстию (не показано) для удаления более плотной субстанции из камеры 33.

[0083] Таким образом, разделительное устройство 30 работает по существу таким же образом, как описано в процитированных выше международных патентных заявках, в которых разделительное устройство 30 имеет форму противоточного классификатора или обратного противоточного классификатора. Однако следует понимать, что питающее устройство 1 может использоваться и с другими типами разделительных устройств, использующих пенную флотацию.

[0084] Таким образом, питающее устройство 1 обеспечивает альтернативную конфигурацию загрузочной коробки, описанной в международной патентной заявке

AU2011/000682. Следовательно, питающее устройство 1 также имеет основное преимущество, заключающееся в создании точного поля ламинарного потока в каждом канале полых трубок 10. Это поле ламинарного потока имеет высокую скорость сдвига в диапазоне от 10 с^{-1} до 1000 с^{-1} . Эта высокая скорость сдвига достигается ламинарным потоком, создаваемым набором полых трубок 10, что позволяет достигать высокой скорости пузырькового потока в выпускном отверстии 7 из питающего устройства 1. Следует понимать, что при реальной работе поток питательной пульпы, если требуется, может изменяться от смешанного до турбулентного.

[0085] Питающее устройство 1 также обеспечивает следующие преимущества:

- обеспечивает увеличенную площадь поверхности для газа, поступающего в трубки 10 через пористые части 16 - это, по сути, максимизирует площадь поверхности проницаемой границы раздела пористых частей 16 между воздушной фазой и протекающей взвесью пульпы на заданной вертикальной высоте (для вертикально расположенных полых трубок 10), а также обеспечивает направление протекающей пульпы на эту проницаемую границу раздела с однородной геометрией;
- обеспечивает ограниченную область для взаимодействия газовых пузырьков и пульпы, повышая вероятность прилипания частиц газа и частиц низкой плотности;
- обеспечивает возможности масштабирования (вверх или вниз) по всей площади поверхности путем добавления большего количества трубок 10 или изъятия имеющихся трубок 10;
- обеспечивает создание единой точки для впуска газа или нескольких точек для впуска газа с контролируемым объемом и давлением газа во все полые трубки 10;
- обеспечивает большую сдвиговую нагрузку и точное поле ламинарного потока, приложенное к газу и пульпе, что приводит к высокой скорости пузырькового потока, поступающего в разделительное устройство; и
- обеспечивает гарантию того, что пульпа имеет ламинарный поток перед добавлением газа во взвесь пульпы.

[0086] Трубопровод 2, содержащий полые трубки, также имеет улучшенную масштабируемость благодаря перевернутой конструкции подачи воздуха, подаваемого снаружи питающего устройства 1 через впускное отверстие 5 для подачи газа. Следовательно, для получения более высоких скоростей потока, в разделительном

устройстве 30 требуется только одно питающее устройство 1, а количество полых трубок 10 может быть легко масштабировано с площадью поперечного сечения разделительного устройства 30 без потери эффективности. В некоторых вариантах выполнения может иметься причина использовать более одного питающего устройства 1. Например, в других типах разделительных устройств, использующих пенную флотацию.

[0087] Несмотря на то, что вариант выполнения был описан как имеющий полые трубки 10 круглого поперечного сечения, следует понимать, что в других вариантах выполнения трубки могут иметь прямоугольное, квадратное, овальное или любое другое многоугольное поперечное сечение. Кроме того, каждая из полых трубок 10 может иметь одну или несколько частей, которые имеют большую или меньшую площадь поперечного сечения, чем другие части, вместо того, чтобы иметь все части с одинаковой площадью поперечного сечения, как показано в проиллюстрированных вариантах выполнения. Например, полая трубка 10 может иметь увеличенный открытый конец (то есть открытый конец, имеющий большую площадь поперечного сечения, чем остальная часть полой трубки). В качестве альтернативы, полая трубка может иметь суженный открытый конец (то есть открытый конец, имеющий меньшую площадь поперечного сечения, чем остальная часть полой трубки). Изменение выходного диаметра (то есть открытого конца) в питающем устройстве 1 может изменять гидродинамику, лежащую в основе кинетической скорости флотации в разделительном устройстве, путем улучшения локального объединения газа с питательной пульпой при изменении скорости сдвига. Аналогичным образом, изменение входного диаметра в питающем устройстве 1 по той же причине также может улучшить локальное объединение газа с питательной пульпой.

[0088] Аналогичным образом, трубопровод в форме трубы 2 с нисходящим потоком имеет круглое поперечное сечение, но в других вариантах выполнения трубопровод может иметь прямоугольное, квадратное, овальное или любое другое многоугольное поперечное сечение. На Фиг.5 проиллюстрированы виды сверху различных вариантов выполнения, использующих комбинации полых трубок 10 и трубопроводов 2. На Фиг.5(i) как трубопровод 2, так и полые трубки 10 имеют круглое поперечное сечение. На Фиг.5 (ii) трубопровод 50 имеет прямоугольное или квадратное поперечное сечение, тогда как полые трубки 10 расположены по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода. В большинстве случаев полые трубки 10,

как правило, лежат в горизонтальном направлении относительно вертикальной ориентации трубопровода 50. На Фиг.5(iii) имеется несколько трубопроводов 50 с по существу перпендикулярными полыми трубками 10, расположенными в корпусе трубопровода или в виде ряда 55. Прямоугольное поперечное сечение трубопровода 50, ряда 55 в сочетании с параллельными каналами над и/или под полыми трубками 10 (как более подробно описано ниже со ссылкой на Фиг.7-10) имеет преимущества обеспечения четко определенного поля потока в каналах и снижения риска закупорки частиц путем выполнения второго измерения, перпендикулярного направлению потока, для обеспечения частица возможности движения. Следовательно, сниженный риск закупорки в канале обеспечивает дополнительную защиту от закупорки крупногабаритными частицами, позволяя обрабатывать частицы большего размера и увеличивая эффективный максимальный диаметр частиц в 2 раза по сравнению с максимальным размером частиц, разрешенным в полых трубках 10. Однако следует понимать, что в других вариантах выполнения трубопровод 50 и ряд 55 могут быть выполнены без параллельных каналов. Кроме того, трубопровод 2, 50 и ряд 55 могут также иметь одну или несколько частей, которые различаются по своей площади поперечного сечения, как обсуждалось выше в отношении полых трубок 10.

[0089] В некоторых вариантах выполнения пористая часть 16 может содержать перфорированную часть полый трубки 10, пористую поверхность, открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0090] В некоторых вариантах выполнения пористая часть 16 может содержать расположенные внутри трубопроводы, трубки или трубы 60, как лучше всего показано на Фиг.6, для формирования кольцевого пространства 63 (с соответствующим кольцевым поперечным сечением) или других подобных геометрий. Как правило, внутренние каналы 60 коаксиальны полым трубкам 10, но могут также и просто проходить параллельно продольной оси 65 полый трубки 10. На Фиг.6 показаны виды с торца комбинаций полых трубок 10 с внутренними трубопроводами 60. Фиг.6(i) иллюстрирует пористую полую трубку 10 и пористую внутреннюю трубку 60a; Фиг.6(ii) иллюстрирует пористую полую трубку 10 и непористую внутреннюю трубку 60b; и Фиг.6(iii) иллюстрирует непористую полую трубку 10 и пористую внутреннюю трубку 60c. В каждой проиллюстрированной конфигурации образованное кольцевое пространство 63 обеспечивает газу и питательной

пульпе возможность объединяться и проходить через полую трубку 10. Преимущества кольцевого пространства 63 включают создание второго размера, перпендикулярного направлению потока, и дополнительного коэффициента 2 в размере частиц, следовательно, уменьшая вероятность закупорки частицами. Кольцевое пространство 63 обеспечивает значительно увеличенную скорость сдвига путем изменения гидравлического диаметра за счет небольшой потери площади потока. Например, 10%-ая потеря площади потока через пористую часть 16 обеспечивает увеличение скорости сдвига в 2 раза. Кроме того, в других вариантах выполнения внутренняя трубка 60 может содержать перфорированную часть, пористую поверхность, открытую часть, покрытую пористым материалом или мембраной.

[0091] Со ссылкой на Фиг.7 и 8, показан дополнительный вариант выполнения изобретения. В этом варианте выполнения трубопровод в форме трубы 70 с нисходящим потоком содержит верхнюю часть 72, часть 75 доставки газа и нижнюю часть 77, которая длиннее верхней части 72. Каждая часть имеет фланцы 78 для крепления друг к другу и к узлу впускного отверстия для питательной пульпы (не показан). Первый ряд 80 в целом параллельных каналов 82, образованных параллельными пластинами 85, расположен в верхней части 72 над частью 75 доставки газа. Второй ряд 88 в целом параллельных каналов 82, образованных параллельными пластинами 85, расположен в нижней части под частью 75 доставки газа.

[0092] Часть 75 доставки газа содержит полые трубки в форме трубчатых распределителей 90, расположенных по существу перпендикулярно продольной оси 92 трубы 70 с нисходящим потоком. Предпочтительно, для каждого одного или двух параллельных каналов 82 имеется один распределитель 90. Для доставки газа в виде воздуха вдоль воздушной камеры 96 в один конец 97 распределителей 90 выполнены впускные отверстия 95 для подачи газа. Воздух выходит через другой конец 98 в другую воздушную камеру 96 и выходит через выпускные отверстия 99 для газа. Воздух может быть подан к распределителям 90 через общий коллектор (не показан), соединенный с обоими концами 97, 98 распределителей.

[0093] При работе этого варианта выполнения питательная пульпа поступает через верхнюю часть 72 трубы 70 с нисходящим потоком, чтобы протекать вниз через каналы 82, как показано стрелками 100, и вокруг распределителей 90. Воздух подается в

распределители 90 через впускные отверстия 95 для подачи газа и воздушную камеру 96. Когда воздух проходит по длине распределителей 90, часть воздуха выходит через боковые стенки распределителей, образуя пузырьки воздуха, которые протекают вместе с нисходящим потоком питательной пульпы и начинают прилипать к гидрофобным частицам низкой плотности в пульпе. По существу перпендикулярное расположение распределителей 90 означает, что питательная пульпа способна протекать через наружные поверхности распределителей (а не через полые трубки 10, как в предшествующих вариантах выполнения) с высокими скоростями сдвига для достижения эффективных столкновений пузырьков и частиц. Как правило, вокруг наружного радиального измерения распределителя имеется зона высокого напряжения сдвига и градиентов напряжения сдвига.

[0094] Со ссылкой на Фиг.9 и 10 проиллюстрирован еще один вариант выполнения изобретения. В этом варианте выполнения трубопровод 105 по существу такой же, что и трубопровод 70, показанный на Фиг.7 и 8. Однако часть 75 доставки газа содержит трубчатые распределители 90, расположенные в несколько рядов 110, которые расположены на одной линии по вертикали. В некоторых вариантах выполнения распределители 90 могут быть расположены ярусами.

[0095] Предполагается, что использование параллельных каналов 82 обеспечивает лучшие варианты масштабирования по сравнению с использованием полых трубок 10 в предшествующих вариантах выполнения и может обеспечить снижение перепада давления и/или энергопотребления для устройства. Еще одно преимущество использования параллельных каналов 82 состоит в том, что они обеспечивают четко определенное поле потока внутри каналов и уменьшают риск закупорки частицами внутри канала, создавая второе измерение для движения частиц, перпендикулярное направлению потока. Это обеспечивает дополнительную защиту от закупорки крупногабаритными частицами, обеспечивая возможность обработки частиц большего размера и увеличивая эффективный максимальный диаметр частиц в 2 раза по сравнению с максимальным размером частиц, разрешенным в полых трубках 10.

[0096] В некоторых вариантах выполнения параллельные пластины 85 не проходят по всей длине нижней части 77. Однако для улучшения столкновений пузырьков и частиц предпочтительно, чтобы параллельные пластины 85 проходили по всей длине нижней

части 77.

[0097] В некоторых вариантах выполнения трубы 70, 105 с нисходящим потоком могут быть заключены в оболочку из круглой трубки. Несмотря на то, что варианты выполнения, показанные на Фиг.7-10, имеют трубы 70, 105 с нисходящим потоком с квадратным поперечным сечением (то есть трубы с нисходящим потоком являются симметричными), следует понимать, что трубы 70, 105 с нисходящим потоком в других вариантах выполнения могут иметь прямоугольное, круглое, овальное, шестиугольное или любое другое многоугольное сечение.

[0098] Вариант выполнения, изображенный на Фиг.7-10, имеет те же технические преимущества варианта выполнения, изображенного на Фиг.1-4, как обсуждалось выше. Кроме того, возможность установления соединения между всеми элементами потока взвеси пульпы может поддерживаться путем разделения воздушного потока через полые трубки и соответствующие пористые части (как показано на Фиг.1-4), или возможность установления соединения между всеми элементами нашего потока воздуха / газа может поддерживаться путем разделения потока взвеси пульпы через полые трубки и соответствующие пористые части (как показано на Фиг.7-10). Кроме того, большая проницаемая площадь поверхности между газовой фазой и фазой пульпы достигается с помощью пористых частей 16 таким образом, что обеспечивается геометрическая однородность. Геометрический масштаб длины лучше всего измерять с помощью так называемого гидравлического диаметра, определяемого как $4 \times$ общую площадь потока пульпы, поделенная на смачиваемый периметр, причем смачиваемый периметр является периметром пористой поверхности / части 16. Этот гидравлический диаметр и скорость потока пульпы обуславливает скорость сдвига. Таким образом, фактически разделение потока воздуха / газа или потока пульпы приводит к созданию большей площади поверхности границы раздела между газовой и жидкой фазами, через которую газовая фаза входит в жидкую фазу с целью образования пузырьков на границе раздела (пористая часть 16), посредством напряжения сдвига от протекающей взвеси питательной пульпы. По существу одинаковый размер относительно мелких пузырьков воздуха эффективен при извлечении гидрофобных частиц (низкой плотности) относительно мелких размеров путем флотации. Кроме того, однородная геометрия пористой части помогает создавать различную скорость сдвига, чтобы способствовать столкновению и прикреплению

пузырьков и частиц.

[0099] В других вариантах выполнения выпускное отверстие 7 питающего устройства 1 не должно проходить в верхний конец 35 камеры 33, но вместо этого может быть расположено в верхней части камеры 33 или проходить дальше к средней точке или средней части камеры 33 или быть расположено в средней точке или средней части камеры 33. В идеале, выпускное отверстие 7 расположено над наклонными каналами 37. Следовательно, может быть предусмотрена конфигурация, в которой выпускное отверстие 7 расположено в направлении нижнего конца камеры 33 или на нижнем конце камеры 33. Кроме того, наклонные каналы 37 могут быть расположены в любом месте камеры 33, где это необходимо, включая верхний конец 35, среднюю часть или нижний конец камеры 33.

[0100] В некоторых вариантах выполнения полые трубки 10 могут быть наклонены, если это требуется, внутри трубопровода 2, вместо того, чтобы быть расположенными вертикально. Кроме того, полые трубки 10 могут просто проходить в осевом направлении внутри трубопровода, по существу параллельно стенкам трубопровода (и, следовательно, питающее устройство 1 может иметь наклонный канал 2 с наклонными полыми трубками 10).

[0101] В других вариантах выполнения полые трубки 10 проходят еще дальше вдоль длины трубопровода 2 за среднюю часть 6 и в нижнюю часть 8, чтобы выпускать питательную пульпу и газ из их соответствующих выходных концов 14 ближе к выпускному отверстию 7 трубопровода. В другом варианте выполнения выходной конец 14 каждой полый трубки 10 примыкает к выпускному отверстию 7 трубопровода.

[0102] В некоторых вариантах выполнения форма трубопровода 2 может быть изменена по желанию. Следовательно, верхняя часть 4 и часть 31 нижней части 8 не должны иметь форму усеченного конуса.

[0103] Также предполагается, что питающее устройство 1 особенно подходит для высоких объемных скоростей подачи и низких концентраций твердых веществ или низких степеней подачи и может использоваться с промывочной водой, добавляемой сверху к пузырьковому потоку в камере 33 разделительного устройства 30. В этой связи следует отметить, что разделительное устройство 30, показанное на Фиг.4, не использует промывочную воду.

[0104] Цель этого варианта выполнения состоит в том, чтобы извлечь все

гидрофобные частицы, и в этом случае в конечном продукте можно ожидать некоторое количество захваченных гидрофильных частиц. При такой конструкции не существенно, будет ли образовываться пена. Преимущества в этом случае состоят в том, что нет необходимости поддерживать или контролировать пену, потому что пена может сильно варьироваться по своей стабильности.

[0105] Кроме того, следует отметить, что подавляющее большинство объемного потока обычно имеет тенденцию выпускаться из нижней части резервуара. Следовательно, система будет эффективно работать в условиях разбавления, и, следовательно, будет наблюдаться хорошее распределение этого потока по всем наклонным каналам. Также могут быть использованы более высокие системные концентрации.

[0106] Кроме того, следует отметить, что устройство будет эффективно работать при скоростях питания и газа выше, чем в обычном устройстве пенной флотации, и будет работать с более высокими скоростями промывочной воды. Эти более высокие скорости стали возможными благодаря мощному влиянию наклонных каналов в нижней части системы. Эти каналы обеспечивают увеличение эффективной площади резервуара, обеспечивая пузырькам газа, которые в противном случае могли бы уноситься вниз к нижнему продукту, возможность подниматься вверх по направлению к верхнему продукту.

[0107] Кроме того, следует понимать, что любые признаки в предпочтительных вариантах выполнения изобретения могут быть объединены вместе и не обязательно применяются изолированно друг от друга. Например, признак наклонных полых трубок 10 и признак прямоугольной верхней части могут быть объединены в одном питающем устройстве 1. Подобные комбинации двух или большего количества признаков из вышеописанных вариантов выполнения изобретения могут быть легко выполнены специалистом в данной области техники.

[0108] Путем установки в питающем устройстве полых трубок, каждая из которых имеет пористую часть, обеспечивается полезная альтернативная конфигурация для подачи пульпы в разделительное устройство, которое имеет такие же преимущества, как высокое напряжение сдвига и точное поле ламинарного потока, что приводит к высокой скорости пузырькового потока, поступающего в разделительное устройство. Следовательно,

питательная пульпа доставляется быстро и эффективно и заранее приготавливается (благодаря соединению с пузырьками, создаваемыми газом) для отделения частиц низкой плотности. Кроме того, пористая часть максимизирует площадь поверхности проницаемой границы раздела между воздушной фазой и протекающей взвесью пульпы, увеличивая количество создаваемых по существу однородных пузырьков. Пористая часть также гарантирует, что проницаемая граница раздела имеет однородную геометрию. Во всех этих отношениях изобретение представляет собой практическое и коммерчески значимое усовершенствование по сравнению с предшествующим уровнем техники.

[0109] Несмотря на то, что изобретение было описано со ссылкой на конкретные примеры, специалистам в данной области следует понимать, что изобретение может быть реализовано во многих других формах.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, причем устройство для подачи питательной пульпы содержит:

трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для подачи газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы, и

полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа из указанных впускных отверстий для подачи пульпы и газа,

при этом одна или несколько из указанных полых трубок содержит пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

2. Устройство по п.1, в котором указанная одна или несколько полых трубок имеют пористую поверхность.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором пористая часть сформирована в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок.

4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть сформирована в боковых стенках указанной одной или нескольких полых трубок.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть содержит поры или перфорации, имеющие средний диаметр от менее 1 мм до 0,1 мкм.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть имеет пористость от 1 до 90%, предпочтительно от 10 до 80%.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть проточно сообщается с впускным отверстием для подачи газа, чтобы получать газ из впускного отверстия для подачи газа и создавать пузырьки по существу одинакового размера в пульпе, протекающей в указанной одной или нескольких полых трубках.

8. Устройство по любому из пп.1-6, в котором указанная одна или несколько полых трубок расположена по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода.

9. Устройство по п.8, в котором каждая из указанных одной или нескольких полых трубок имеет открытый конец, проточно сообщающийся с впускным отверстием для подачи газа и принимающий газ из этого впускного отверстия для подачи газа.

10. Устройство по п.8 или 9, в котором пористая часть каждой из указанной одной

или нескольких полых трубок принимает газ из указанной одной или нескольких полых трубок и создает пузырьки по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

11. Устройство по любому из пп.8-10, в котором имеется большое количество указанных одной или нескольких полых трубок, причем полые трубки расположены в один или несколько рядов.

12. Устройство по любому из пп.8-11, содержащее один или несколько каналов, расположенных выше и/или ниже указанной одной или нескольких полых трубок, причем указанный один или несколько каналов расположены в осевом направлении внутри трубопровода.

13. Устройство по п.12, в котором указанный один или несколько каналов ограничены одной или несколькими пластинами.

14. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором каждая из указанной одной или нескольких полых трубок содержит внутренний трубопровод, трубку или трубу для формирования кольцевого пространства между полой трубкой и внутренним трубопроводом, трубкой или трубой.

15. Устройство по п.14, в котором внутренний трубопровод, трубка или труба содержит пористую часть для формирования пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе.

16. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором указанная одна или несколько полых трубок содержит по меньшей мере одно из следующего: (а) расширенную часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок, и (b) суженную часть, площадь поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок.

17. Устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащее:

камеру с наклонными каналами,

пульповый питатель, выполненный с возможностью подачи питательной пульпы в питающее устройство, выполненное по любому из предшествующих пунктов, и

устройство для подачи газа, выполненное с возможностью подачи газа в питающее устройство,

при этом выпускное отверстие питающего устройства расположено с возможностью подачи газа и пульпы в указанную камеру.

18. Устройство по п.17, в котором газ и пульпа формируют перевернутый псевдооживленный слой в камере над наклонными каналами.

19. Способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе,

введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопровод,

перемещение питательной пульпы и газа в полые трубки так, что питательная пульпа и газ выпускаются из выпускного отверстия трубопровода в указанное разделительное устройство, и

выполнение одной или нескольких из указанных полых трубок с пористой частью или поверхностью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

20. Способ по п.19, в котором формируют пористую часть или поверхность в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок.

21. Способ по п.19 или 20, в котором вводят газ из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну из нескольких полых трубок через пористую часть или поверхность для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей вдоль указанной одной или нескольких полых трубок.

22. Способ по любому из пп.19 или 20, в котором вводят газ из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну или несколько полых трубок и выпускают газ через пористую часть или поверхность в виде пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

23. Способ отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащей такие частицы, включающий:

введение питательной пульпы и газа в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы в соответствии со способом по любому из пп.19-22, причем указанное разделительное устройство содержит камеру с наклонными каналами,

обеспечение протекания пульпы вниз через наклонные каналы, так что частицы низкой плотности выходят из потока, скользя вверх по наклонным каналам, тогда как более плотные частицы в пульпе скользят вниз по каналам, и

удаление частиц низкой плотности из камеры.

24. Способ по п.23, в котором формируют перевернутый псевдооживленный слой в камере над наклонными каналами.

ИЗМЕНЕННАЯ ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

(для рассмотрения на международной стадии)

1. Устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, причем устройство для подачи питательной пульпы содержит:

трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для подачи газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы, и

полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа из указанных впускных отверстий для подачи пульпы и газа,

при этом одна или несколько из указанных полых трубок содержит непористую часть для направления потока питательной пульпы и газа и пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

2. Устройство по п.1, в котором указанная одна или несколько полых трубок имеют пористую поверхность.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором пористая часть сформирована в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок.

4. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть сформирована в боковых стенках указанной одной или нескольких полых трубок.

5. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть содержит поры или перфорации, имеющие средний диаметр от менее 1 мм до 0,1 мкм.

6. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть имеет пористость от 1 до 90%, предпочтительно от 10 до 80%.

7. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором пористая часть проточно сообщается с впускным отверстием для подачи газа, чтобы получать газ из впускного отверстия для подачи газа и создавать пузырьки по существу одинакового размера в пульпе, протекающей в указанной одной или нескольких полых трубках.

8. Устройство для подачи питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, причем устройство для подачи питательной пульпы содержит:

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

трубопровод, имеющий впускное отверстие для пульпы для приема питательной пульпы, впускное отверстие для подачи газа для приема газа и выпускное отверстие для выпуска газа и питательной пульпы,

полые трубки внутри трубопровода для объединения питательной пульпы и газа из указанных впускных отверстий для подачи пульпы и газа, причем указанные полые трубки расположены по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода и установлены в один или несколько рядов, и

каналы, расположенные выше и ниже полых трубок, причем каналы расположены в осевом направлении внутри трубопровода,

при этом каждая полая трубка содержит пористую часть для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

9. Устройство по п.8, в котором каждая из указанных одной или нескольких полых трубок имеет открытый конец, проточно сообщающийся с впускным отверстием для подачи газа и принимающий газ из этого впускного отверстия для подачи газа, так что пористая часть каждой из указанной одной или нескольких полых трубок принимает газ из указанной одной или нескольких полых трубок и создает пузырьки по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

10. Устройство по п.8 или 9, в котором каналы ограничены параллельными пластинами.

11. Устройство по любому из п.п.8 - 10, в котором полые трубки имеют пористую поверхность.

12. Устройство по любому из п.п.8 - 10, в котором пористая часть выполнена в боковой стенке указанной одной или нескольких полых трубок.

13. Устройство по любому из п.п.8 - 12, в котором пористая часть содержит поры или перфорации, имеющие средний диаметр от менее 1 мм до 0,1 микрона.

14. Устройство по любому из п.п.8 - 13, в котором пористая часть имеет пористость от 1 до 90%, предпочтительно от 10 до 80%.

15. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором каждая из указанной одной или нескольких полых трубок содержит внутренний трубопровод, трубку или трубу для формирования кольцевого пространства между полой трубкой и внутренним трубопроводом, трубкой или трубой.

16. Устройство по п.15, в котором внутренний трубопровод, трубка или труба

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

содержит пористую часть для формирования пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе.

17. Устройство по любому из предшествующих пунктов, в котором указанная одна или несколько полых трубок содержит по меньшей мере одно из следующего: (а) расширенную часть, площадь поперечного сечения которой больше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок, и (b) суженную часть, площадь поперечного сечения которой меньше, чем площадь поперечного сечения остальной части указанной одной или нескольких полых трубок.

18. Устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащее:

камеру с наклонными каналами;

пульповый питатель, выполненный с возможностью подачи питательной пульпы в питающее устройство, выполненное по любому из предшествующих пунктов, и

устройство для подачи газа, выполненное с возможностью подачи газа в питающее устройство,

при этом выпускное отверстие питающего устройства расположено с возможностью подачи газа и пульпы в камеру.

19. Способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе,

введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопровод,

перемещение питательной пульпы и газа в полые трубки так, что питательная пульпа и газ выпускаются из выпускного отверстия трубопровода в указанное разделительное устройство, и

выполнение одной или нескольких из указанных полых трубок с непористой частью для направления потока питательной пульпы и газа и с пористой частью или поверхностью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

20. Способ по п.19, в котором формируют пористую часть или поверхность в нижней части указанной одной или нескольких полых трубок.

21. Способ по п.19 или 20, в котором вводят газ из впускного отверстия для подачи газа в указанную одну из нескольких полых трубок через пористую часть или поверхность для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе,

ЗАМЕНЯЮЩИЙ ЛИСТ

протекающей вдоль указанной одной или нескольких полых трубок.

22. Способ подачи газа и питательной пульпы в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, включающий:

введение питательной пульпы во впускное отверстие для пульпы в трубопроводе,

введение газа во впускное отверстие для подачи газа в трубопроводе,

расположение полых трубок по существу перпендикулярно продольной оси трубопровода и установку их в один или несколько рядов,

расположение каналов выше и ниже полых трубок, причем каналы располагают в осевом направлении внутри трубопровода,

подачу питательной пульпы и газа в полые трубки так, что питательную пульпу и газ выпускают из выпускного отверстия трубопровода в указанное разделительное устройство, и

выполнение полых трубок с пористой частью или поверхностью для создания пузырьков по существу одинакового размера в питательной пульпе, протекающей внутри трубопровода.

23. Способ по п.22, в котором вводят газ из впускного отверстия для подачи газа в указанные полые трубки и выпускают газ через пористую часть или поверхность в виде пузырьков по существу одинакового размера в питательную пульпу, протекающую внутри трубопровода.

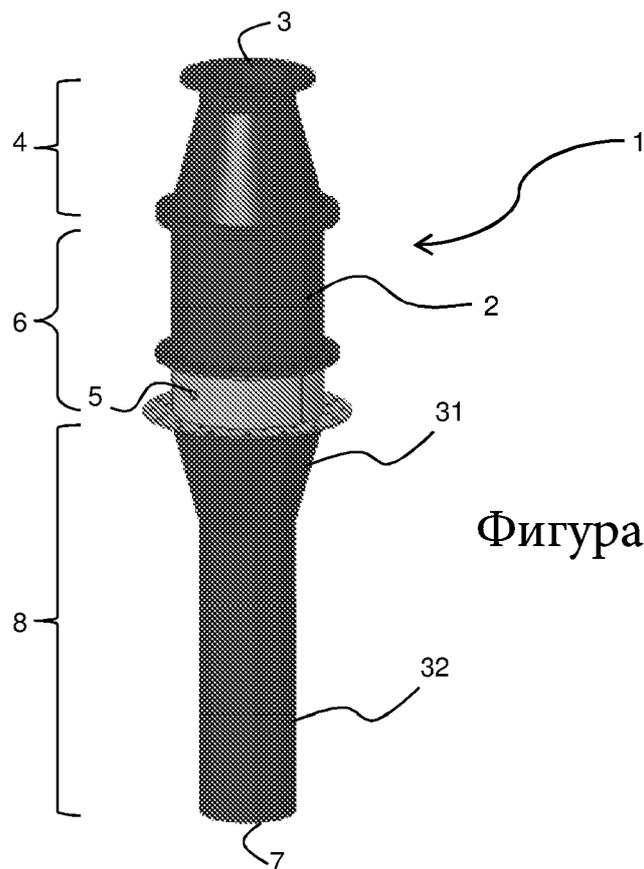
24. Способ отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы, содержащей такие частицы, включающий:

введение питательной пульпы и газа в устройство для отделения частиц низкой плотности от питательной пульпы в соответствии со способом по любому из пп.19-23, причем указанное разделительное устройство содержит камеру с наклонными каналами,

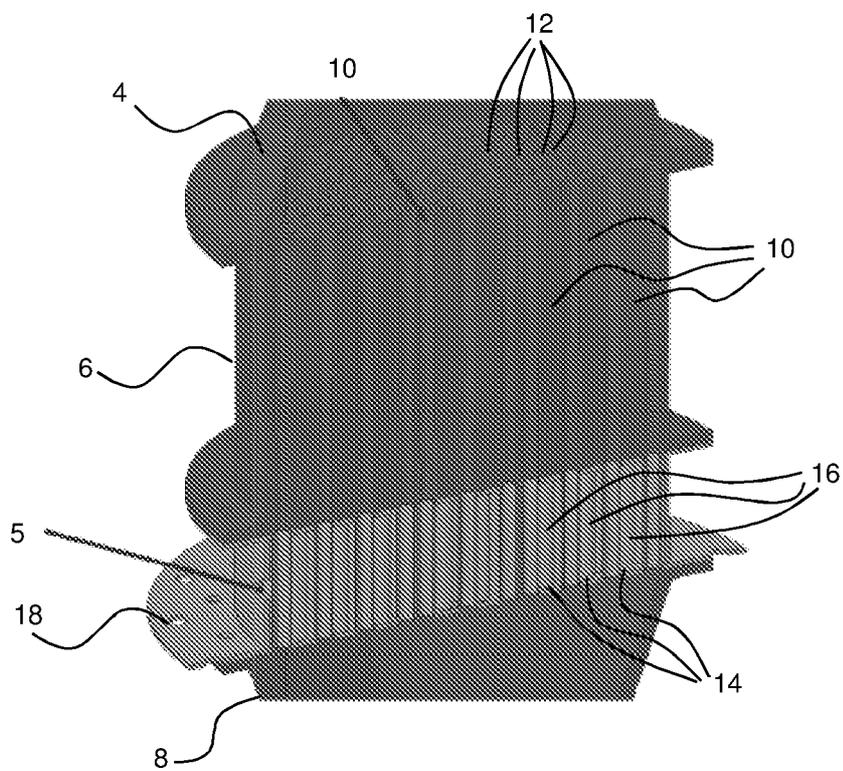
обеспечение протекания пульпы вниз через наклонные каналы, так что частицы низкой плотности выходят из потока, скользя вверх по наклонным каналам, тогда как более плотные частицы в пульпе скользят вниз по каналам, и

удаление частиц низкой плотности из камеры.

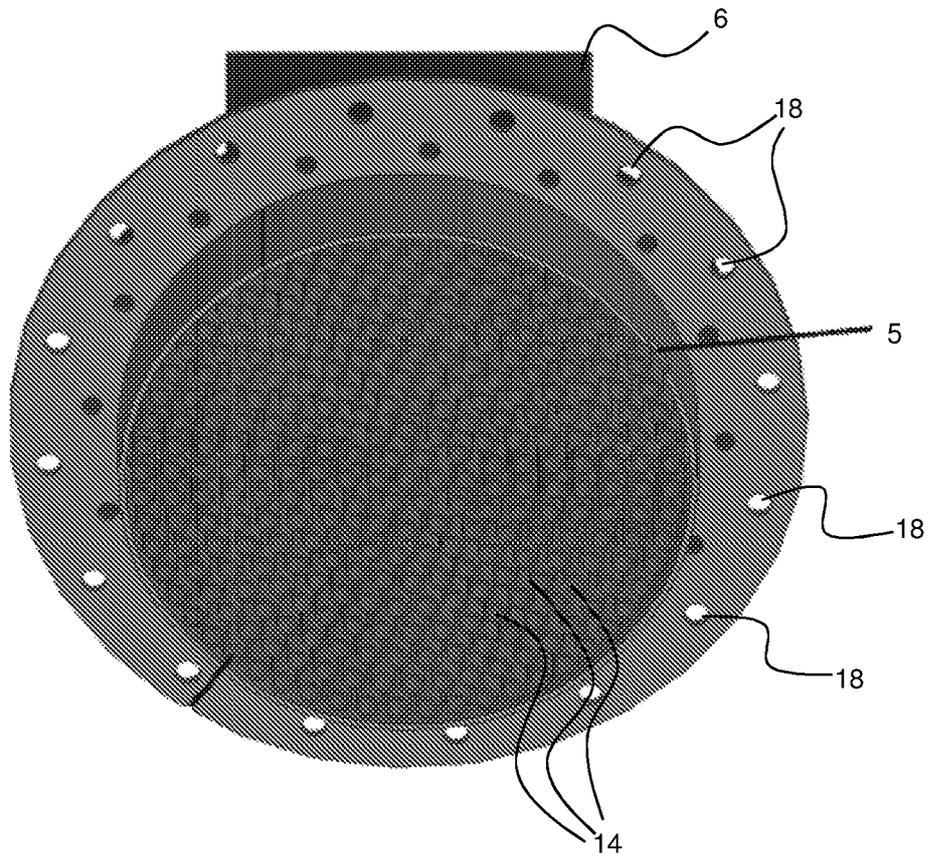
1/6



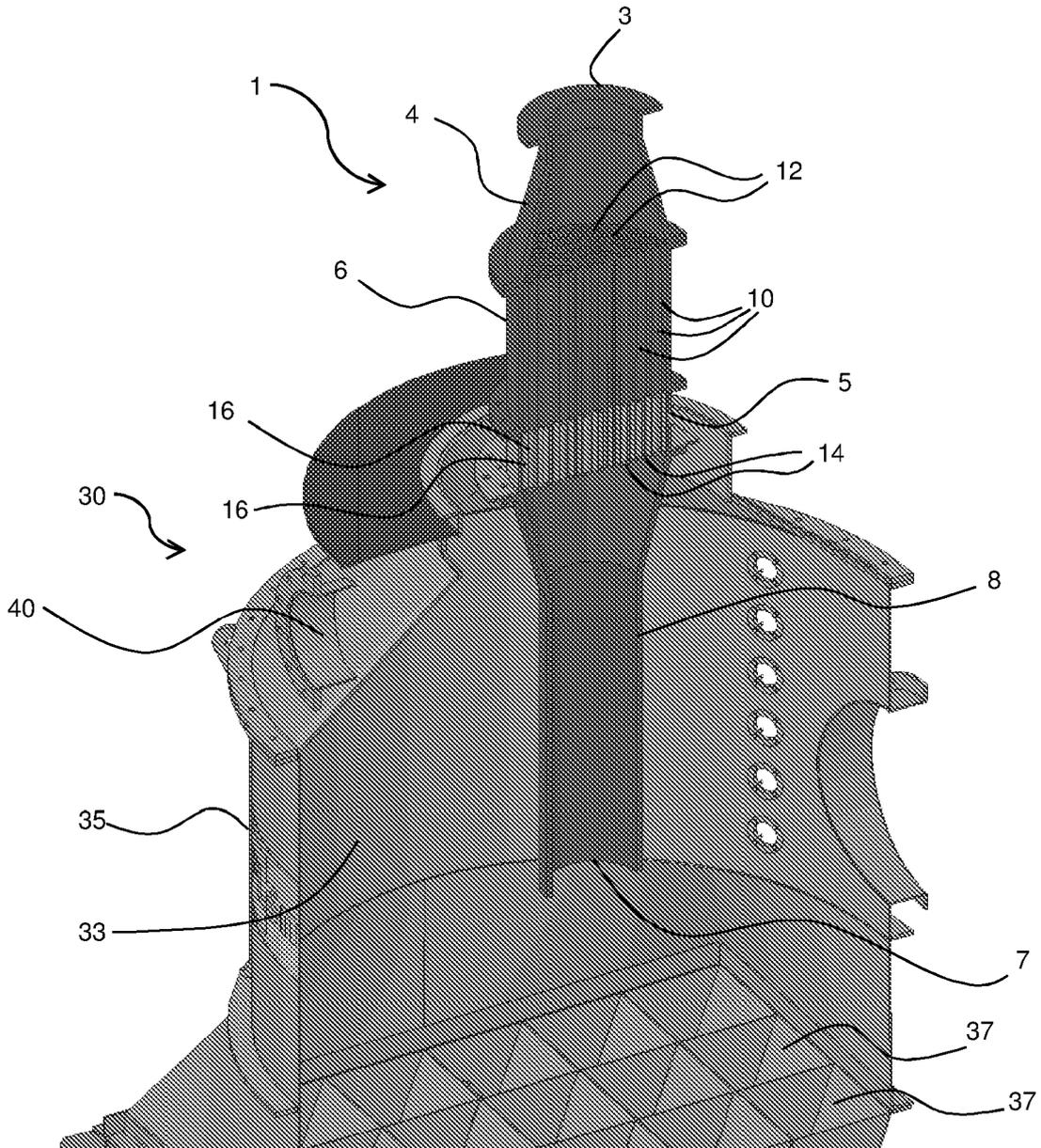
Фигура 1



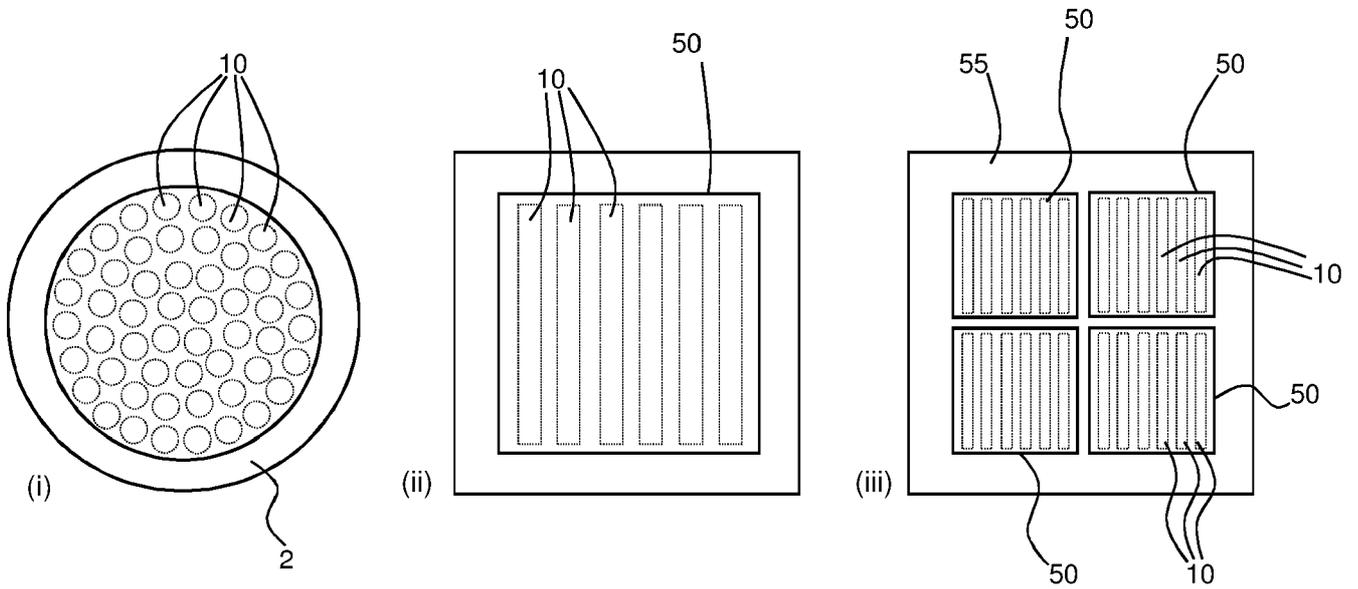
Фигура 2



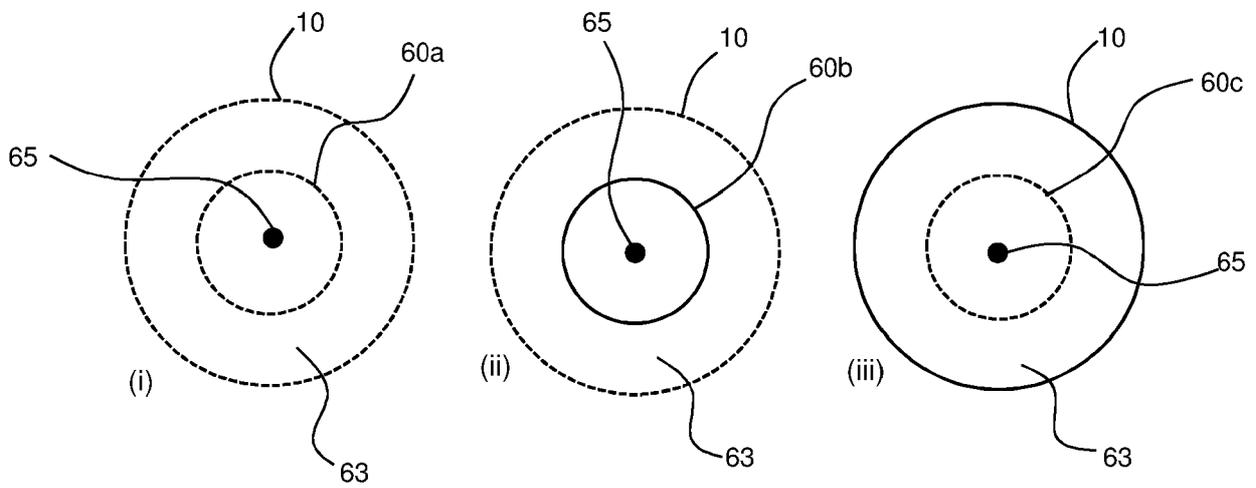
Фигура 3



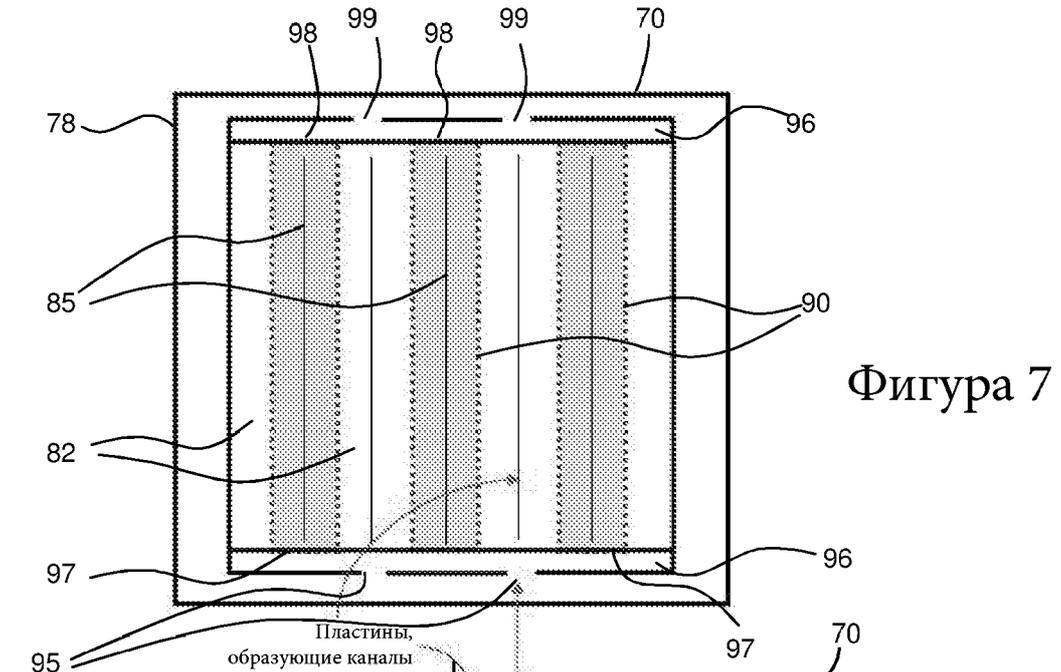
Фигура 4



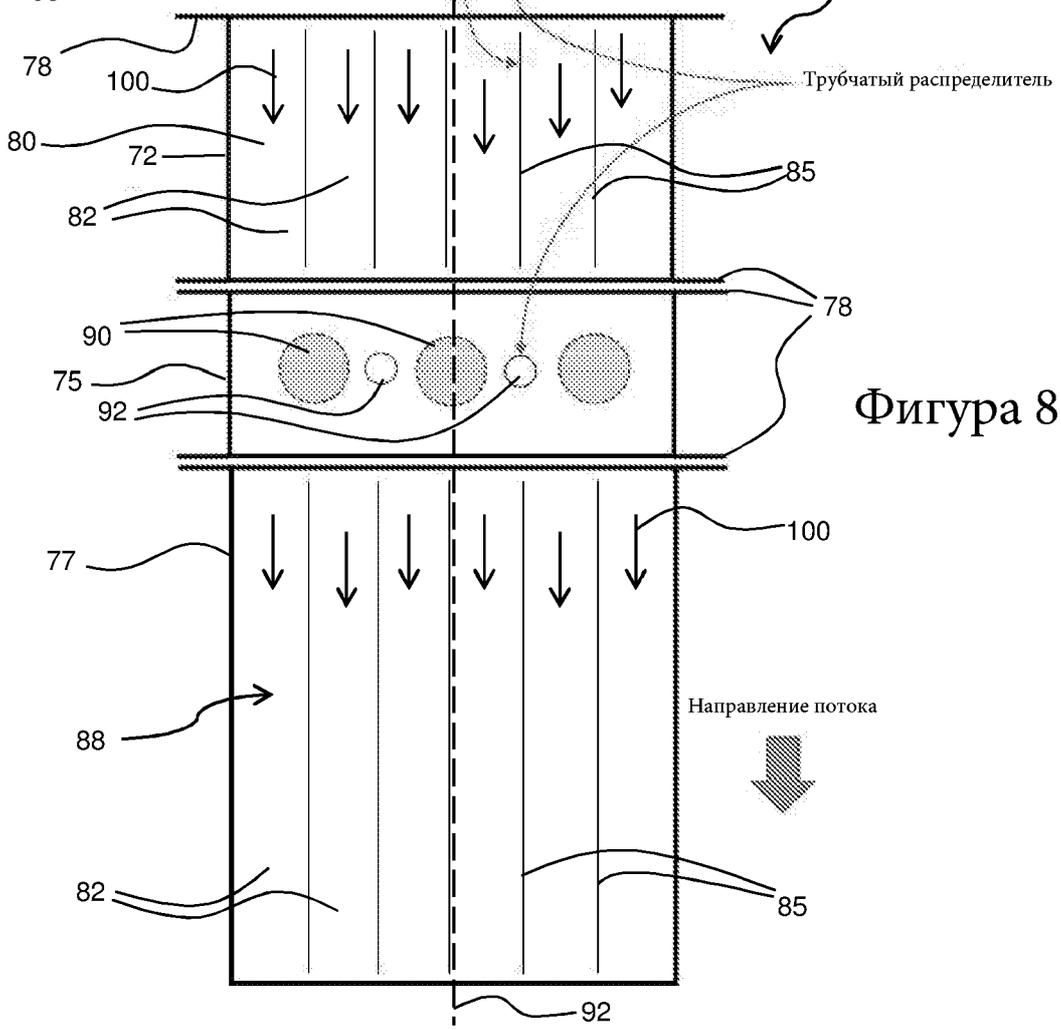
Фигура 5



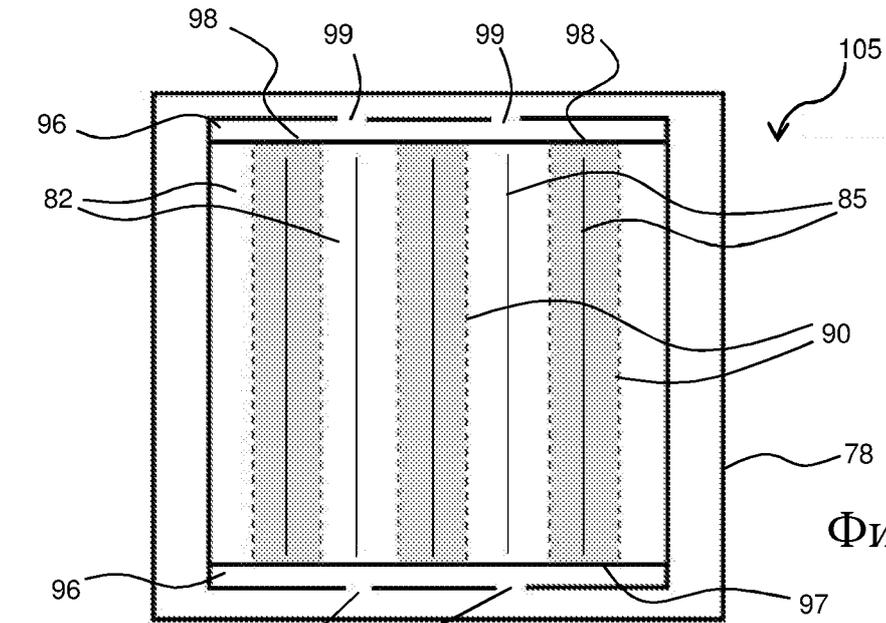
Фигура 6



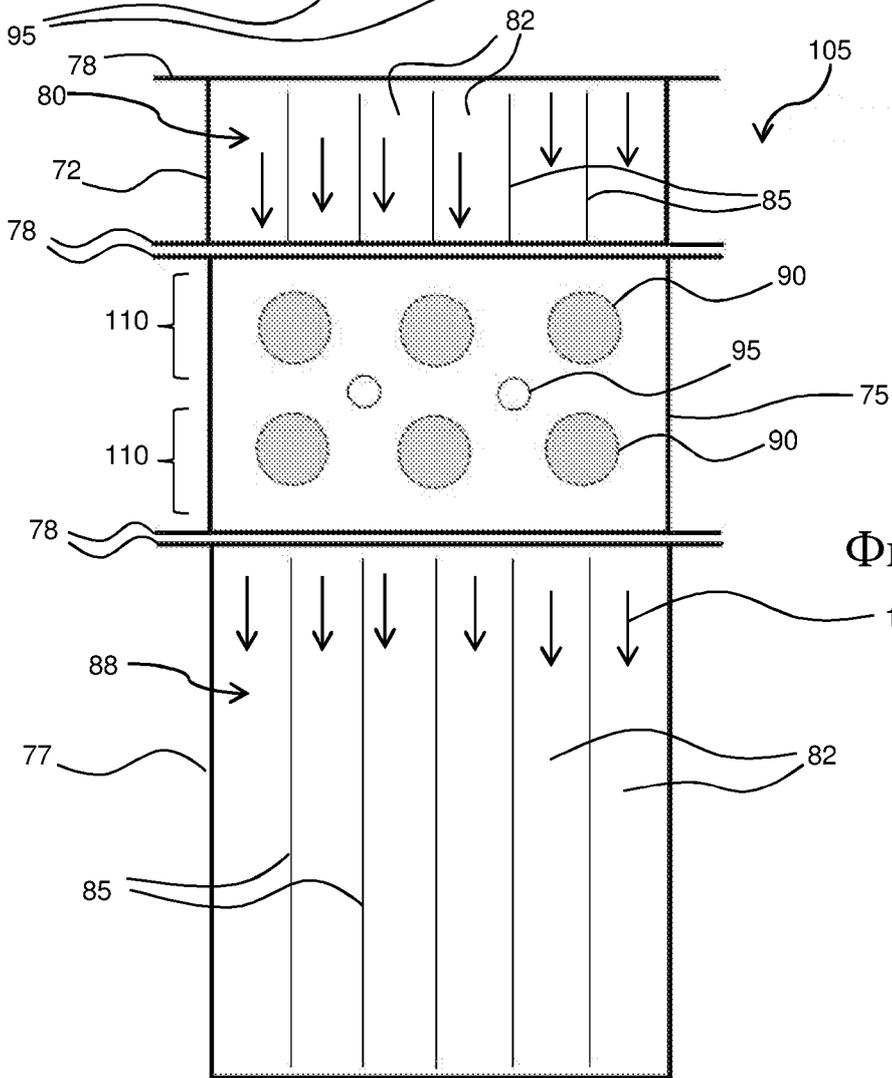
Фигура 7



Фигура 8



Фигура 9



Фигура 10